



UNIVERSIDADE DO VALE DO TAQUARI
CURSO DE ENGENHARIA CIVIL

**ANÁLISE COMPARATIVA DE GERENCIAMENTO DE PROJETO
ATRAVÉS DA METODOLOGIA BIM E CAD: ANÁLISE DE
RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA
VIDA**

Arthur Henrique Sieben

Lajeado, novembro de 2020

Arthur Henrique Sieben

**ANÁLISE COMPARATIVA DE GERENCIAMENTO DE PROJETO
ATRAVÉS DA METODOLOGIA BIM E CAD: ANÁLISE DE
RESIDÊNCIA UNIFAMILIAR DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA
VIDA**

Monografia apresentada na disciplina de Trabalho de Conclusão II, do curso de Engenharia Civil, da Universidade do Vale do Taquari Univates, como parte da exigência para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Civil.

Orientador: Prof. Dr. Rodrigo Spinelli.

Lajeado, novembro de 2020

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a mim por me manter sempre motivado e não ter desistido durante esta jornada. Agradeço também a minha namorada Tatiana Hammes e a minha família que se mantiveram sempre ao meu lado e me apoiaram para alcançar mais uma conquista em minha vida.

Ao meu orientador professor Dr. Rodrigo Spinelli, Arquiteto e Urbanista pelo apoio, e dedicação durante os assessoramentos, ao professor Vagner Gonçalves Wojcickoski pela contribuição em parte das pesquisas deste trabalho, e aos demais professores que contribuíram de alguma forma para a minha formação pessoal e profissional.

RESUMO

A preocupação com a escassez de matéria prima, e desperdícios de materiais na indústria da construção é algo que vem sendo debatido a muito tempo no setor industrial. O planejamento ineficiente de edificações, é um dos grandes aliados para a ocorrência destes problemas e pode ser amenizada utilizando ferramentas mais eficientes como o Building Information Modelling (BIM), o qual propõe reduzir tempo de projeto e aumentar a eficácia nas análises e levantamento de dados. Visando isso, o presente trabalho apresenta o desenvolvimento de um projeto utilizando a metodologia BIM, comparando-a com tradicional metodologia CAD. Para isso, foram desenvolvidos os projetos de uma residência unifamiliar de 60m² do programa Minha Casa Minha Vida (MCMV), a qual foi planejada e executada através da metodologia CAD em 2018. O intuito deste estudo é abordar conceitos básicos de desenvolvimento e orçamentação da obra, e analisar os desafios encontrados na aplicação desta metodologia em residências de pequeno porte como esta. Ao longo da monografia, são avaliados 5 critérios (tempo de desenvolvimento de projeto, compatibilização, quantificação, orçamento e custo de implantação), onde foram considerados valores e quantidades de insumos com base na tabela SINAPI/RS, e custos de mão de obra foram desconsiderados. Após os projetos desenvolvidos, foi possível notar que a metodologia BIM mostrou-se cerca de 38% mais ágil no processo de desenvolvimento dos projetos, e 3,68% mais eficiente em relação ao orçamento dos quantitativos, reduzindo desperdícios e aumentando a eficiência no processo de planejamento em relação a tradicional metodologia CAD.

Palavras-chave: Metodologia BIM. Quantificação. Gerenciamento de projeto.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	5
1.1 Problema de pesquisa	6
1.2 Objetivos	6
1.2.1 Objetivo Geral	6
1.2.2 Objetivos específicos	7
1.3 Justificativa da pesquisa	7
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1 Gerenciamento de projetos	9
2.2 Etapas de planejamento de uma edificação	10
2.2.1 Planejamento e concepção do empreendimento	12
2.2.2 Estudo preliminar	12
2.2.3 Anteprojeto	13
2.2.4 Projeto legal	13
2.2.5 Projeto executivo	14
2.2.6 Acompanhamento de obra	15
2.3 Metodologia CAD	16
2.3.1 Tecnologia CAD	16
2.3.2 Nível de desenvolvimento	16
2.3.2.1 CAD 2D	16
2.3.2.2 CAD 3D	17
2.3.3 Fluxo de trabalho CAD	18
2.3.4 Compatibilização CAD	19
2.4 Metodologia BIM	20
2.4.1 Tecnologia BIM	20
2.4.2 Níveis de desenvolvimento - BIM	21
3 MATERIAL E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	39
3.1. Dados do Projeto	40
3.2. Planejamento e Projeto CAD	44
3.2.1 Desenvolvimento CAD	44
3.2.2 Compatibilização CAD	44
3.2.3 Quantitativos CAD	44
3.3 Planejamento e Projeto BIM	45
3.3.1 Desenvolvimento BIM	45

3.3.2 Compatibilização BIM	46
3.3.3 Quantitativos BIM	46
3.4 Orçamento da Edificação	46
3.4.1 Orçamento CAD	47
3.4.2 Orçamento BIM	47
3.5.1 Orçamento Real	47
3.6 Implantação CAD e BIM	48
3.7 Equipamento de Apoio	48
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	49
4.1 Considerações de Projeto	49
4.1.1 Projeto Arquitetônico	49
4.1.2 Projeto Estrutural	50
4.1.3 Projetos de Instalações	50
4.2. 1ª Análise do Projeto	50
4.2.1 Tempo de Desenvolvimento	50
4.3. 2ª Análise Comparativa	53
4.3.1 Compatibilização	53
4.4. 3ª Análise Comparativa	56
4.4.1 Quantificação de Insumos	56
4.5. 4ª Análise Comparativa	59
4.5.1 Orçamento	59
4.6 5ª Análise Comparativa	62
4.6.1 Custo de Implantação	62
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	65
REFERÊNCIAS	67
APÊNDICE 1 - LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS	69

1 INTRODUÇÃO

O setor da Indústria da construção civil é de suma importância para a economia do Brasil. Um grande aliado ao forte crescimento da classe veio por meio do estímulo federal, através de financiamentos habitacionais Minha casa Minha Vida (MCMV) e construções públicas, gerando assim empregos diretos e indiretos, com o consumo de matéria prima para a construção. No entanto, este cenário teve um grande abalo no período de 2014 a 2018, durante a crise brasileira, onde o setor reduziu cerca de 28% de seu Produto interno bruto (PIB), tendo melhoras somente em 2019 de acordo com estimativas do Sinduscon-SP . A crise resultou em um forte impacto nos custo de materiais, fazendo com que empresas do ramo buscassem por aperfeiçoamento em sua forma de trabalho, com a intenção de aumentar a eficiência no planejamento de projetos e obras, reduzindo também custos com mão de obra e desperdícios de materiais (MARKO, 2019).

A tecnologia vem facilitando cada vez mais os trabalhos de todos, e é um bem necessário para um melhor aproveitamento dos recursos existentes no mundo. Para a construção civil encontra-se muitos softwares, materiais e equipamentos para a execução, facilitando e agilizando a construção de novos empreendimentos. Normalmente os problemas de projeto são apresentados apenas na execução, revelando assim a grande importância de um bom projeto, pois é dele que são extraídos cada detalhe para iniciar uma obra, e caso sua concepção esteja equivocada ou incompleta, muitos imprevistos e erros podem surgir na hora da execução, acarretando em desperdícios, perda de tempo e de produtividade no canteiro de

obra, em casos críticos podendo até mesmo inviabilizar a continuidade da execução (RIBEIRO, 2017).

A utilização da modelagem BIM na elaboração do gerenciamento de projetos pode ser uma boa alternativa para aumentar a produtividade dos projetos atuais. De acordo com Fialho (2019), estima-se que o mercado global dessa tecnologia alcance o valor de 10 bilhões de dólares até o ano de 2022.

Os países da América do Sul que possuem estágio mais avançado de utilização da metodologia são o Brasil e Chile. No entanto, uma pesquisa realizada pelo Sindicato das empresas de arquitetura e engenharia consultiva (Sinaenco) em 2019, com 36 empresas do setor, revelou que apenas 8% usavam a ferramenta em 100% de seus trabalhos, projetos ou obras, grande parte cerca de 34% em fase inicial de uso do BIM (FIALHO, 2019).

O presente estudo busca comparar o desenvolvimento de um projeto habitacional financiada pelo programa MCMV, utilizando a metodologia tradicional CAD e a metodologia BIM com a intenção de promover agilidade e economia para a construção.

1.1 Problema de pesquisa

O presente estudo tem como objetivo avaliar a agilidade e economia no processo de planejamento de um projeto residencial unifamiliar padrão MCMV, visto que este tipo de empreendimento possui recursos limitados por parte do interessado, assim como, demanda de diversas vistorias das instituições financeiras conveniadas ao programa, a qual, assim como qualquer obra, necessita de todos os dados de projeto in loco para o controle adequado das etapas da mesma.

1.2 Objetivos

O objetivo desta análise se divide em objetivo geral, e objetivos específicos.

1.2.1 Objetivo Geral

Analisar de forma comparativa o desenvolvimento de um projeto residencial unifamiliar desenvolvido em CAD e na metodologia BIM.

1.2.2 Objetivos específicos

São objetivos específicos deste estudo são:

- A. desenvolver pesquisa de referencial teórico sobre metodologia de desenvolvimento de projetos CAD e BIM;
- B. analisar o projeto desenvolvido na metodologia CAD para sua concepção até a orçamentação da edificação;
- C. realizar a modelagem da edificação no modelo informatizado BIM;
- D. comparar aspectos de projeto, financeiros e implantação entre as duas metodologias.

1.3 Justificativa da pesquisa

A preocupação em relação ao uso excessivo e desperdício de materiais e elementos da construção civil, é debatido a muito tempo no segmento industrial. O problema é conhecido e propostas de melhorar este cenário tornam-se indispensáveis não apenas no contexto atual de competição entre as empresas mas também pelo alto consumo e custo devido ao desperdício em obras de edifícios (AGOPYAN et al, 2003).

De acordo a pesquisas desenvolvidas pela Escola Politécnica da USP, as perdas com materiais chegam a 8%, visto ainda que as perdas financeiras devido ao custos por retrabalho devido a erros de planejamento, chegam a 30%. Para o programa habitacional MCMV, que completou em 2019 dez anos desde sua implantação, estes valores podem gerar um grande montante se for levado em consideração a quantidade de unidades habitacionais construídas por meio do programa, onde até o ano de 2018, passou de 5,5 milhões de unidades (ANTUNES, 2019).

Visando isso, o BIM conta como alternativa para auxiliar no planejamento, onde busca reduzir desperdícios de tempo e financeiros no desenvolvimento de um projeto. De acordo com Eastman (2014), uma das principais diferenciais do BIM em relação ao CAD é o seu conceito de objetos parametrizados, isto é, todos seu elementos projetados, tanto no 2D como no 3D, possuem informações agregadas, podendo ser valor, validade, tipo de material, etc..., os quais se diferem dos desenhos e blocos simples desenvolvidos em CAD, e isto auxiliar

tanto na leitura e análise dos projetos, como extração de dados e conferências de incompatibilidades antes mesmo da execução.

Além de possibilitar uma maior eficiência econômica, a metodologia BIM proporciona integração maior entre projetos e execução, possibilitando ainda a utilização de métodos construtivos diferentes, como a construção modular. Este tipo de construção busca desenvolver o projeto em pequenos módulos, fragmentando a edificação por ambientes os quais são construído ainda na fábrica, e posteriormente transportados para a montagem no canteiro de obra, conforme explica a empresa Brasileira Brasil Cubo (2020), a qual junto com engenheiros de diversas cidades e estados do país trabalhando de forma remota, foram responsáveis pelo desenvolvimento do projeto e construção de um hospital para a cidade de Porto Alegre/RS através da metodologia BIM (ROSA, 2020).

A aplicação do BIM desde o planejamento inicial do pré-projeto até a conclusão da obra, pode impactar de forma positiva além de corrigir falhas causadas por análise humana durante o processo. É necessário que construtoras utilizam cada vez mais os recursos disponíveis pela tecnologia para reduzir os erros comuns com orçamento, compatibilização de projetos, levantamentos quantitativos e de execução de cronogramas incorretos (PULZATTO, 2005).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Gerenciamento de projetos

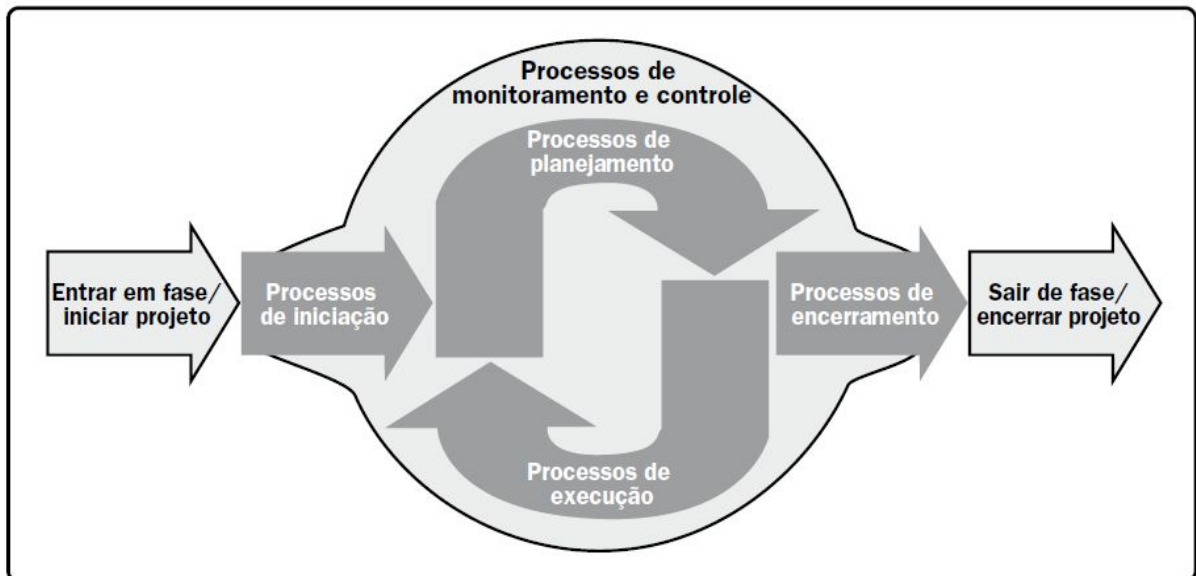
De forma simplificada, o gerenciamento e planejamento de um projeto é de fato, uma das etapas mais importantes para a criação de um produto, o Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos PMBOK define projeto como "um esforço temporário empreendido na criação de um produto, serviço ou resultado único. Sua natureza temporária indica que ele tem início e término bem definidos e que o término é atingido quando seus objetivos são alcançados ou quando o projeto é encerrado" (PMBOK, 2008, p. 5).

Para Melhado (1994), as atividades referentes a projetos podem ser consideradas como "prestação de serviço", onde espera-se não apenas a entrega de desenhos e memoriais ao cliente, mas sim um comprometimento do projetista em busca da solução para os problemas do cliente e usuários. Fontenelle (2002) explica que o projeto é parte essencial no processo da construção civil, baseado nele que são materializadas as formas para implementação de estratégias, sejam elas de custo, tempo de execução, contratação de mão de obra, etc..., tendo ele como principal meio para a orçamentação, cronograma, e execução de uma edificação.

Na Figura 1, encontra-se o ciclo de vida de um projeto qualquer, onde, a partir do planejamento inicial, são realizadas todas as etapas de desenvolvimento e execução do produto de forma sequencial, visto que, caso tenham inconformidades na concepção do mesmo, estes erros seguirão ao processo de planejamento, posteriormente para a execução, e avançando ao processo de encerramento de forma equivocada. Em casos mais sérios no mau planejamento de um projeto, e dependendo do problema e da fase em que o mesmo foi

verificado, pode inviabilizar o início da próxima etapa, ou até mesmo adiar ou inviabilizar o encerramento do projeto conforme disponibilidade de recursos para o mesmo (FONTENELLE, 2002).

Figura 1: Ciclo de vida de um projeto.

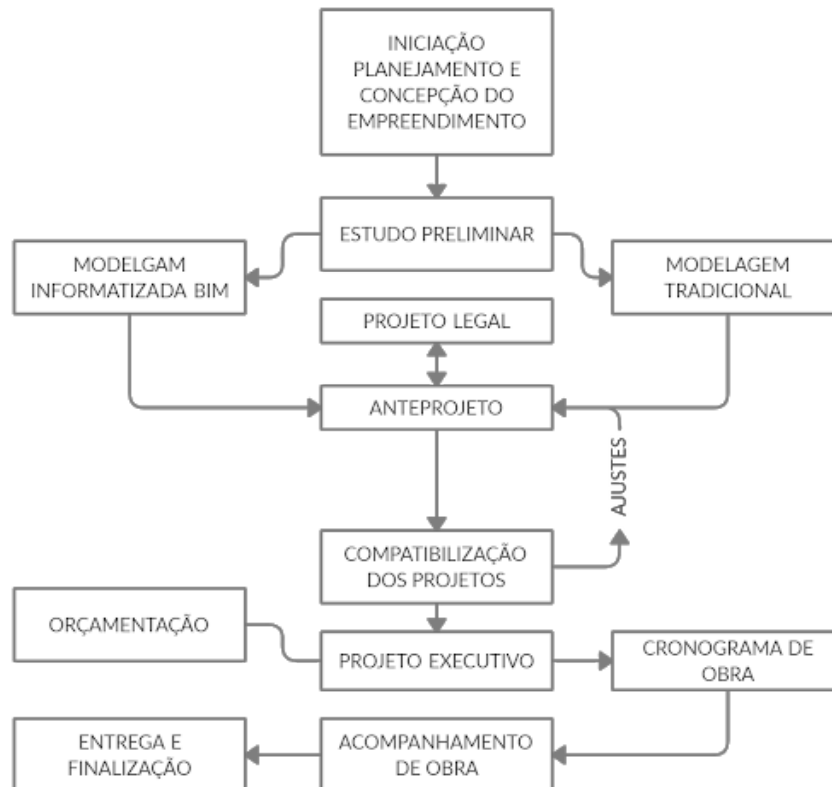


Fonte: Adaptado de PMBOK, 4ª ed.(2008, p. 19).

2.2 Etapas de planejamento de uma edificação

As etapas de planejamento de um projeto devem ser bem estipuladas, é através delas que os estudos e a coleta de dados buscam se referenciar para o início do processo construtivo de uma edificação. Para um desenvolvimento bem sucedido Tzortzoupoulos (1999) divide o processo através de seis etapas: Iniciação, planejamento do empreendimento, estudo preliminar, anteprojeto, projeto legal, projeto executivo e acompanhamento de obra como pode ser visto na Figura 2. Estas etapas se subdividem ainda em processos de desenvolvimento como a coleta de dados, análise de materiais, e compatibilização de projetos.

Figura 2: Fluxograma para o planejamento de projeto de uma edificação.



Fonte: Adaptado de Melhado (2014).

Para auxiliar e impor padrões no desenvolvimento dos projeto a NBR 15575 (ABNT, 2013), norma técnica brasileira a qual refere-se ao desempenho de uma edificação, orienta alguns requisitos básicos que devem ser respeitados no processo construtivos das mesmas, desta forma, ela orienta a quem cabe a responsabilidade de cada parte do projeto, a começar do incorporador com a escolha do terreno, seguindo ao construtor para garantir a qualidade da construção, e por fim, ao usuário final, proprietário do empreendimento.

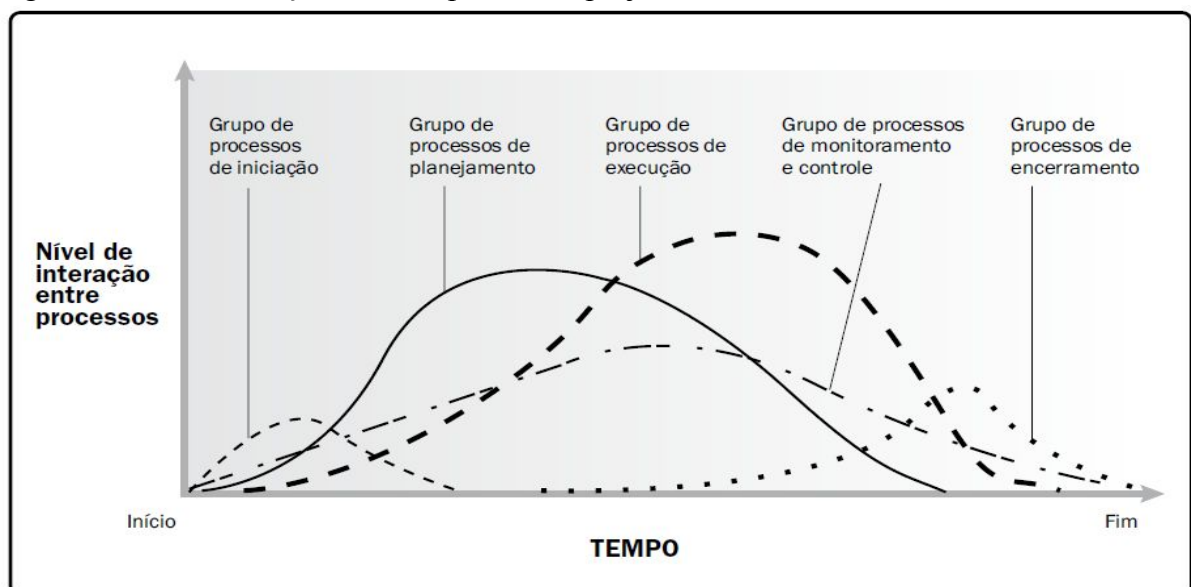
Para Botassi (2019), estas orientações são de grande relevância para a eficácia do desenvolvimento dos projetos, visto que atualmente projetistas trabalham isoladamente conforme suas especialidades, isto é, cada um realiza uma parte específica da edificação, o qual possui maior experiência e isso pode acabar gerando alguns conflitos caso seja realizado sem um padrão estipulado inicialmente, pois metodologias distintas podem ser aplicadas a construção gerando inconformidade com as demais disciplinas a ela imposta.

2.2.1 Planejamento e concepção do empreendimento

Para o adequado planejamento de uma edificação devem ser identificados os requisitos mínimos exigidos pelas partes interessadas. Segundo Duarte (2015), estes requisitos definem o escopo, qualidade, cronograma, orçamento, recursos e riscos que poderão ser encontrados no decorrer do projeto em nível macro, além disso, todas informações relevantes ao local onde o empreendimento será executado também devem ser verificados nesta etapa, registrando estas em forma de relatório. Em linhas gerais, estes dados irão compor a concepção e o planejamento dos projeto, sendo por meio destes que o mesmo tomará forma.

Na Figura 3 são apresentados os níveis de interação entre processos em relação ao fator tempo de obra. Com ele pode-se verificar o quão relevante o grupo de processos e planejamento é em relação às demais etapas, Duarte (2015) destaca que esta é a fase de maior importância para o êxito do projeto.

Figura 3: Nível de relação entre etapas de um projeto.



Fonte: PMBOK, 4ª ed.(2008, p. 41).

2.2.2 Estudo preliminar

Para Gehbauer (2002) o estudo preliminar de um empreendimento é responsável por reunir todas as informações colhidas na etapa de planejamento, e a partir delas desenvolve-se a forma de trabalho da edificação os sistemas construtivos que poderão ser utilizados. As definições relacionadas a esta etapa, definem condicionantes relacionados ao terreno,

investidor, função do empreendimento e recursos disponíveis. Estas informações são a base para a análise da viabilidade para o desenvolvimento do projeto, tanto para o cliente como à estruturação do projeto em si.

Tendo tais parâmetros definidos, é dado o início para a definição de outros aspectos técnicos como sistema estrutural, materiais e os métodos de execução possíveis a serem empregados. Com base nestas informações, é iniciado um esboço da arquitetura, pré-dimensionamento da estrutura, ambientes e locais para instalação de equipamentos de apoio às instalações complementares, como as condensadoras de ar condicionados e quadros elétricos. Por meio desse esboço realiza-se a subdivisão da estrutura em projetos secundários, os quais podem ser repassados a diferentes profissionais, dependendo do porte ou grau de detalhamento exigido para o empreendimento. (GEHBAUER, 2002).

2.2.3 Anteprojeto

No estágio de anteprojeto é desenvolvido os projetos complementares conforme proposta arquitetônica já aprovado pelo cliente. Nesta fase é realizada a análise de espaços e traçados possíveis para a instalação dos equipamentos, visando reunir todas as necessidades para o bom funcionamento dos mesmos, tais como: abrigos para instalação de equipamentos de climatização, gás, entrada de energia elétrica, dentre outras infraestruturas complementares antes não previstas (CASTRO, 2019).

Nota-se que a elaboração de um projeto funciona de forma sequencial, isto é, cada fase necessita da conclusão da anterior, onde caso alguma informação fique inconsciente em uma etapa, poderá acarretar em alguma complicação inesperada posteriormente, gerando retrabalho e perda de tempo e produtividade. Castro (2019) destaca a grande importância para o bom desenvolvimento de todas as etapas, sendo que na fase de anteprojeto espera-se ter toda as definições dos sistemas que irão compor a edificação, assim como, tipos de materiais, métodos construtivos, áreas e volumes ocupados por todos os componentes do projeto.

2.2.4 Projeto legal

Constituindo a fase de aprovação dos projetos. Pode ser vista como uma sub-fase do anteprojeto onde os projetos são enviados aos seus respectivos órgãos fiscalizadores,

configurando-se a uma parte técnico-jurídica do processo. Está para exigir muita atenção dos projetistas, pois os critérios de avaliação podem mudar dependendo da região, suas normas e critérios de fiscalização. Vale ressaltar que em certos casos, ou tipos de edificação, não são exigidas aprovações além da do próprio cliente, sendo assim, pode ser seguido diretamente ao projeto executivo (PENNA, 2017).

Após a aprovação do projeto, Castro (2019) explica que nesta etapa já se possui informações suficientes para realizar todas as decisões relevantes a compatibilização dos sistemas. De acordo com Gonçalves (2017), a compatibilização tem o objetivo de verificar conflitos entre equipamentos e estruturas em relação à arquitetura, esta análise evita por exemplo, que um equipamento elétrico seja instalado no mesmo local de um hidráulico, inviabilizando assim a execução. O gerenciamento deste processo pode ser realizado de várias formas, analisando após a elaboração do anteprojeto de todos, comparando um a um os sistemas, elaborando um após o outro ou até mesmo definindo locais específicos para cada projeto já no estudo preliminar. A escolha adequada do processo de compatibilização a ser tomado é de suma importância para uma boa produtividade do projeto num todo.

2.2.5 Projeto executivo

O projeto executivo, trata da parte de detalhamentos e finalização de elementos indispensáveis para a execução propriamente dita. No projeto executivo não são admitidas alterações consideráveis, isto é, após todas as aprovações nas etapas anteriores, estes passam para a finalização e conclusão. De acordo com Ribeiro (2018), esta é a fase de elaboração da documentação e detalhamento de todos os projetos realizados para edificação. Sendo estes os materiais de apoio para a execução da obra e devem conter de forma clara todos os detalhes indispensáveis para a execução adequada dos sistemas propostos.

Conforme Ribeiro (2018), alterações de projeto nesta fase podem resultar em incompatibilização no projeto como um todo, podendo ocorrer um retrocesso no processo de desenvolvimento, exigindo uma avaliação global da estrutura, e assim podendo influenciar no cronograma de obra.

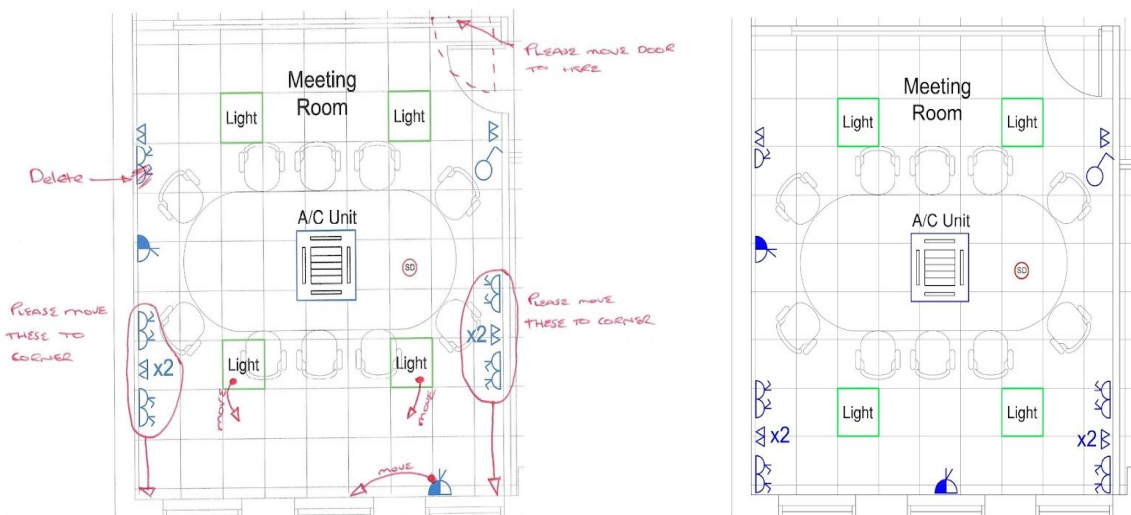
2.2.6 Acompanhamento de obra

O acompanhamento da obra é a etapa em que o responsável pela execução acompanha e monitora o processo construtivo da edificação para que não haja erros de execução. Para isso, são tomados como referência os projetos, documentos e detalhamentos elaborados nas fases de desenvolvimento, procurando sempre respeitar as informações e orientações prescritas nestes para evitar erros (PMI, 2000).

Ribeiro (2018) explica que ainda nesta etapa podemos ter o processo de *as built* que pode ser traduzido para o português “como construído”. A função do *as built* é investigar, acompanhar e documentar todas as alterações do projeto realizadas na execução conforme orienta a NBR 14645-1 (ABNT, 2000), para edificações. Este trabalho é de suma importância para futuras manutenções ou alterações que venha sofrer a estrutura durante o seu tempo de vida, pois é a partir do *as built* que poderá se buscar todos os pontos que não coincidem com o projeto original, facilitando a busca e localização de pontos específicos como podem ser vistos na Figura 4 (NAKAMURA, 2019).

De acordo com Pinhal (2014), na construção civil alterações durante a execução são muito comuns, e a falta de registro das alterações podem gerar problemas para a execução de futuras manutenções.

Figura 4: As Built Instalações elétricas de uma sala de reuniões.



Fonte: Adaptado de Pinhal (2014).

2.3 Metodologia CAD

2.3.1 Tecnologia CAD

Nos anos 80 quando os computadores passaram a contribuir para a criação de projetos de diversas áreas da engenharia, favorecendo a precisão e rapidez na criação deste, antes feitos manualmente (SCHODEK al. (2007). Ayres e Scheer (2007) explica que a ferramenta CAD geométrica que melhor se adequou aos hardwares disponíveis na época, por meio deste, possibilitou-se a criação de desenhos no plano bidimensional. Contudo, esta maneira de projetar ainda ocasionava dificuldade na análise de clientes leigos, onde frequentemente o proprietário não entende as representações técnicas exigindo da imaginação para mesclar o projetado com o real.

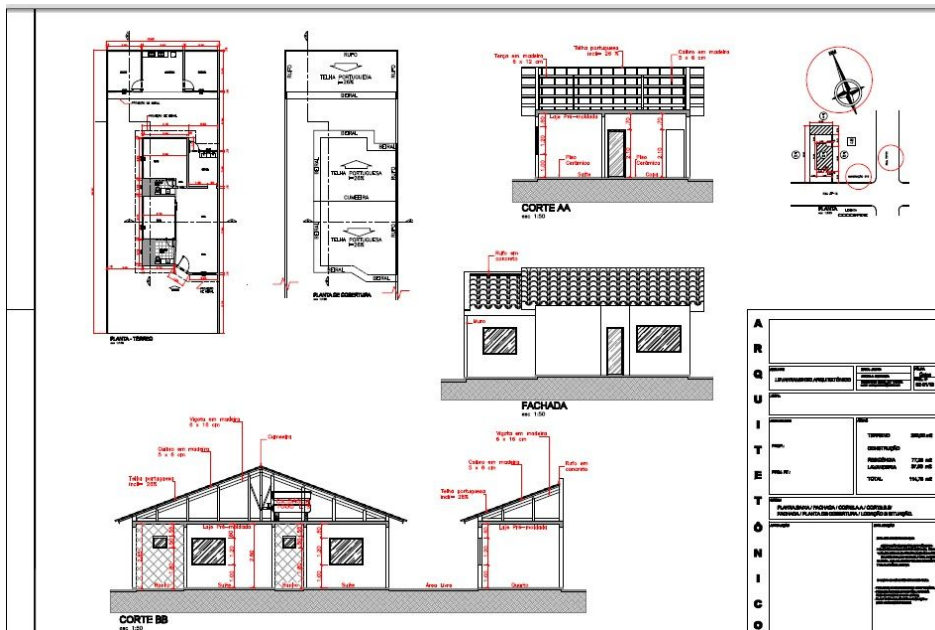
No passar dos anos, a evolução de hardwares e a necessidade de aperfeiçoamento na representação de projetos contribuíram para o desenvolvimento do CAD tridimensional (3D), propiciando a visualização do modelo projetado para melhor entendimento. Segundo Eastman et al. (2014), apesar da representação 3D facilitar a visualização do projeto, o método representativo CAD ainda levava a falhas e inconsistências. Independente das dificuldades visuais impostas pela tecnologia, o sistema CAD é a metodologia mais empregada nos projetos de construção até hoje, devido ao tempo no mercado e acima de tudo a sua simplicidade e, onde ainda possibilita a elaboração de projetos atendendo a maioria das exigências (DIAS, 2019).

2.3.2 Nível de desenvolvimento

2.3.2.1 CAD 2D

O sistema CAD 2D de desenvolvimento consiste na representação bidimensional da estrutura em forma de linhas, textos e vistas sem informações nos elementos propriamente ditos, representados apenas de forma digital em um sistema planificado conforme Figura 5. Este método de projeto é muito semelhante ao desenvolvido em prancheta, no entanto, possibilitando ao projetista maior automação nos processos de desenvolvimento (PALHARINI, 2010).

Figura 5: Representação gráfica projeto CAD 2D.



Fonte: Vieira, (2013).

2.3.2.2 CAD 3D

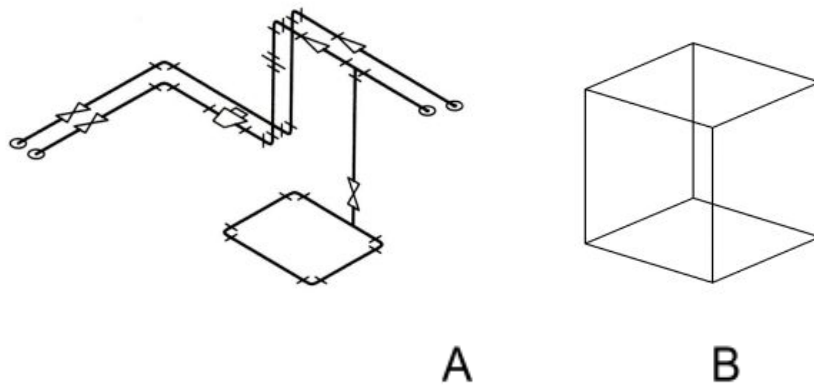
Devido às necessidades dos projetistas para o desenvolvimento e visualização adequada de seus projetos, a tecnologia buscou ir além com os primeiros softwares de modelagem tridimensional. Segundo a Autodesk¹ (2010), as as razões para que as empresas de engenharia utilizem softwares 3D são inúmeras, podendo facilitar na análise volumétrica dos elementos, automação de projetos ou até mesmo para visualização do estado da arte.

Palharini (2010) comenta que a modelagem digital permite a engenheiros, projetistas e profissionais, desenvolver trabalhos em 3D obtendo uma melhor noção de como seu produto irá ficar em forma real, isso antes mesmo deles serem construídos.

De acordo com Ferreira (2007) a modelagem CAD 3D possibilita a criação de três modelos construtivos: modelo de aramado, faces e sólidos, como pode ser visto na Figura 6. No modelo aramado, o desenvolvimento da construção é realizado com formas de linhas, círculos e elipses, visando traçar uma representação tridimensional dos elementos desenvolvidos em planta.

¹ A Autodesk é uma empresa norte americanas de softwares voltados a engenharia

Figura 6: Modelo em arame (A); Representação em 3D (B).



Fonte: Autodesk (1995).

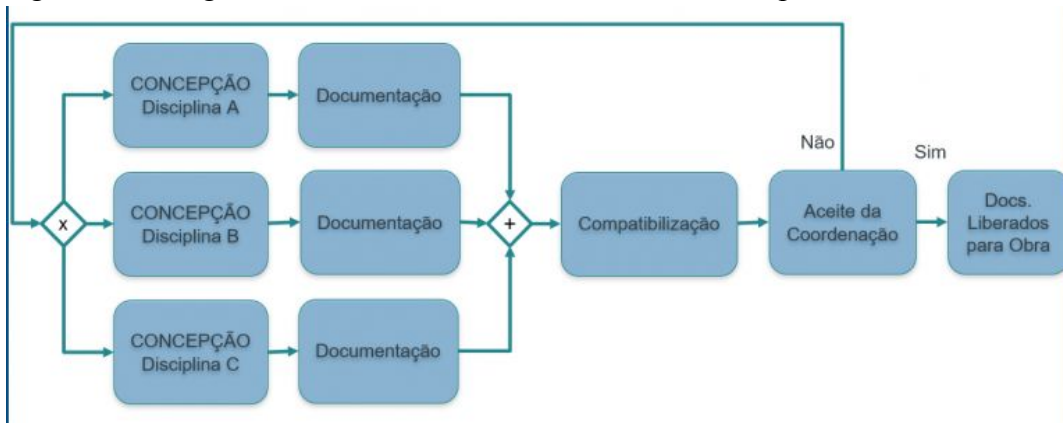
O modelo 3D de faces é composto basicamente por uma malha de linhas compondo os limites do elemento. Neste tipo de representação, é possível esconder o que está atrás, reduzindo ambiguidade em modelos aramados. No entanto, tal modelo de trabalho torna-se inviável em estruturas complexas, visto que esta é uma modelagem mais trabalhosa em relação a representação 2D, nestes casos modelo 3D de sólidos se sai melhor, onde os elementos são representados com seus respectivos volumes, tornando o trabalho mais preciso e permitindo a representação de elementos mais complexos com maior facilidade (FERREIRA, 2007).

Para a interoperabilidade computacional, os softwares de representação CAD possibilitam uma boa facilidade na transferência de arquivos entre projetistas e compatibilidade em praticamente todos softwares do gênero, com base em um formato comum o Drawing Exchange Format (DXF), permitindo o compartilhamento dos projetos entre projetistas (PRETTI et al., 2016).

2.3.3 Fluxo de trabalho CAD

A representação CAD tradicionalmente utilizada possui um processo linear assíncrono de desenvolvimentos dos projetos conforme pode ser visto na Figura 7. (LEUSIN, 2019).

Figura 7: Fluxograma de desenvolvimento dos sistemas complementares de uma edificação.



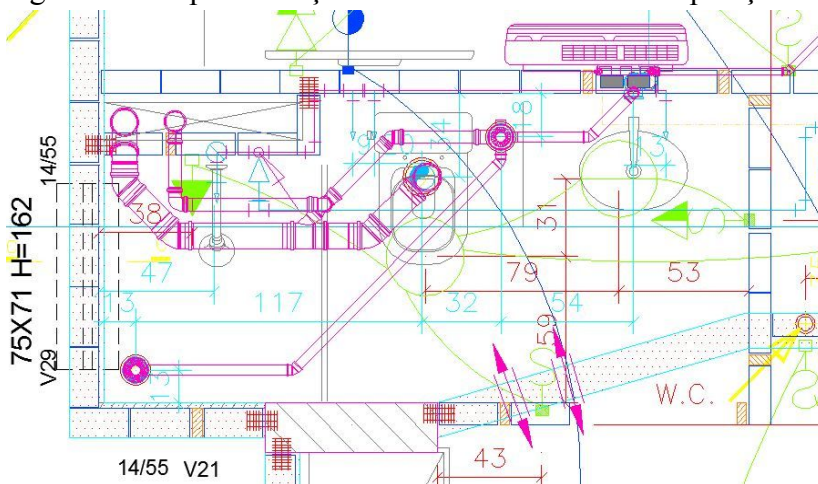
Fonte: Adaptado de Leusin (2019).

De acordo com Gonçalves (2019), o processo de desenvolvimento CAD consiste em trabalhos manuais de desenho e dimensionamento, necessitando do apoio de planilha automatizadas de cálculos e documentos complementares para a apresentação das informações necessárias para o desenvolvimento dos projetos.

2.3.4 Compatibilização CAD

A compatibilização de projetos auxiliada pela ferramenta CAD 2D, é feita através da sobreposição dos projetos, de maneira manual conforme Figura 8. É uma técnica utilizada até hoje, é realizada normalmente por cada projetista, isso é, cada profissional fica responsável por suas instalações, verificadas inconformidades entre as demais disciplinas (GONÇALVES, 2017).

Figura 8: Compatibilização CAD 2D através da sobreposição de sistemas.



Fonte: Portela (2015).

O auxílio de um modelo CAD 3D para a compatibilização facilita de certa forma a visualização dos sistemas, no entanto, apesar de ser uma evolução da representação 2D, ainda se limita a uma análise manual dos projetos, exigindo muita atenção do projetista na hora da verificação de conflitos (GONÇALVES, 2017).

2.4 Metodologia BIM

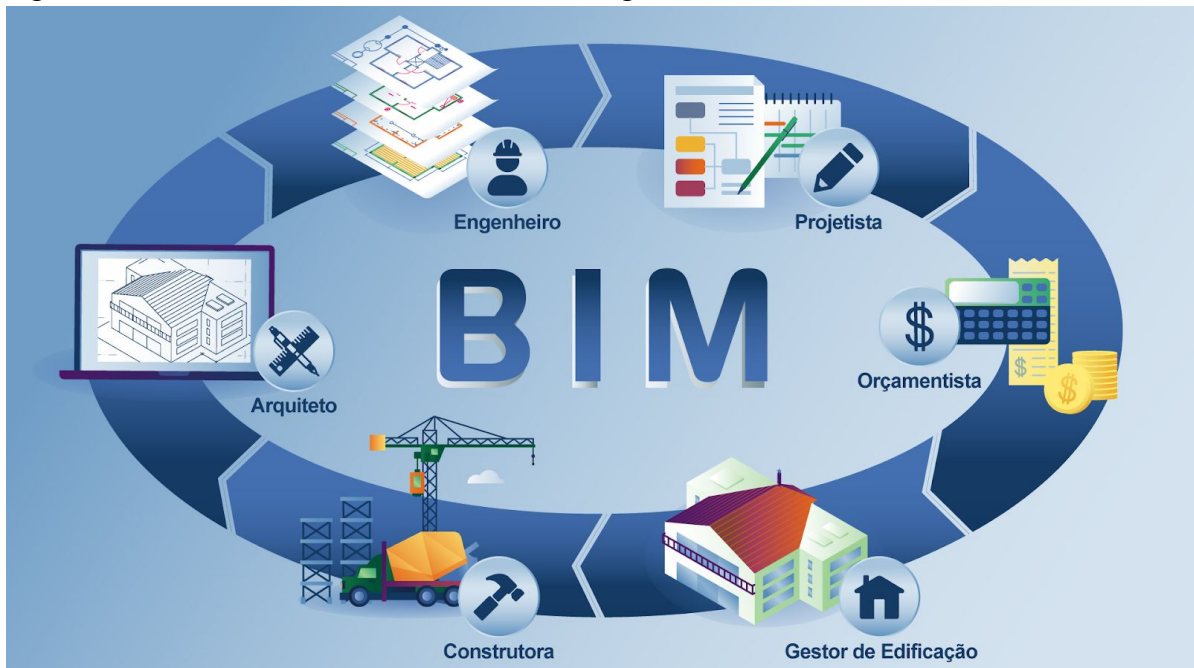
2.4.1 Tecnologia BIM

O BIM é um conceito de modelagem por meio de softwares de bases de dados, onde é possível criar um modelo digital da edificação, levando em consideração todas as informações do processo de projeto, que vai além da modelagem em duas dimensões, criando um modelo visual 3D informatizado, o qual facilita a visualização dos resultados finais do projeto. Este conceito de trabalho tem o objetivo de substituir a representação tradicional de projetos, levando ao modelo digital, especificações de todos materiais, como por exemplo um bloco cerâmico, onde é possível exibir além de suas dimensões básicas, fabricante, custo, coeficientes térmicos, etc... transformando a representação simples do 3D, e agregando a este informações antes inexistentes na metodologia CAD tradicionais (EASTMAN, 2008).

BIM é uma filosofia de trabalho que integra arquitetos, engenheiros e construtores (AEC) na elaboração de um modelo virtual preciso, que gera uma base de dados que contém tanto informações topológicas como os subsídios necessários para orçamento, cálculo energético e previsão de insumos e ações em todas as fases da construção (EASTMAN, 2008).

Além do modelo informatizado, o BIM tem como objetivo facilitar a interação entre os vários profissionais envolvidos num projeto, sejam, arquitetos, engenheiros, ou até mesmo os proprietários como pode ser visto na Figura 9. Neste conceito, os envolvidos no processo de desenvolvimento podem visualizar e trabalhar todos em um só modelo compartilhado em formato Industry Foundation Classes (IFC), porém de diferentes perspectivas, ou seja, dependendo de sua especialização, o profissional pode acrescentar, modificar informações ou sugerir soluções na estrutura em tempo real, sem a necessidade do contato interpessoal entre profissionais (FARIAS et al. 2020).

Figura 9: Processo de funcionamento da modelagem BIM.



Fonte: Adaptado de Gonçalves (2018).

2.4.2 Níveis de desenvolvimento - BIM

A rápida evolução dos softwares disponíveis para desenvolvimento de projetos e gerenciamento BIM, trouxe também particularidades específicas entre eles, o que acarretou na necessidade da criação de uma classificação para os projetos elaborados, levando em consideração a capacidade de detalhamento e de gerenciamento disponíveis em cada ferramenta (RIGONI, 2020).

Conforme Hamed (2018) essa classificação é definida como Level of Development (LOD) ou nível de desenvolvimento. Tal classificação sugerida pelo Instituto Americano de Arquitetura (AIA) define 5 níveis para organizar projetos e etapas de desenvolvimento BIM, sendo eles o LOD 100, LOD 200, LOD 300, LOD 400 e LOD 500 conforme demonstrado na Figura 10. Isto possibilita definir níveis de detalhamento específicos para o desenvolvimento de um projeto, levando em consideração os dados que deverão ser extraídos destes. Sendo assim, esta classificação permite estabelecer padrões semelhantes para todos os projetos a serem elaborados, mesmo projetados por diferentes profissionais e softwares.

Figura 10: Nível de desenvolvimento LOD.



Fonte: Adaptado de Hamed (2018).

A definição de cada nível de desenvolvimento BIM estão representados na Quadro 1 a seguir:

Quadro 1 - Níveis de Desenvolvimento (especificações e usos do BIM).

Níveis	100	200	300	400	500
Conteúdo do modelo	Conceitual	Geometria aproximada	Geometria precisa	Execução fabricação	As-built
Projeto e coordenação	Estudos de massa, volumes, modelados em 3 dimensões	Elementos modelados de forma genérica; elementos com dimensões aproximadas, quantidades, peso, orientação e localização. Informações não podem ser anexadas ao modelo	Elementos modelados de forma precisa e exata, quantidades, peso, orientação e localização. Informações podem ser anexadas ao modelo	Elementos modelados em conjunto com a montagem, elementos com forma precisa e exata, quantidades, peso, orientação e localização. Informações podem ser anexadas ao model	Modelagem conforme construído com informações de forma precisa e exata, quantidades, peso, orientação e localização. Informações podem ser anexadas ao model
Usos recomendados					
Planejamento	Tempo global da obra; Fases e maiores elementos. Macroplanejamento;	apresentação ordenada dos elementos principais, com escala de tempo.	Apresentação ordenada com tempo das atividades.	Fabricação detalhada de montagem, com métodos de construção.	

Continuação Quadro 1					
Estimativa de Custos	Estimativa de Custos; Ex. R\$/m ²	Custo estimado embasado em dimensões de elementos como paredes, lajes, etc.	Custos baseados em dimensões dos elementos, com informações precisas, especificações completas e detalhadas.	Preços conforme propostas de fornecedores	Custos realizados
Cumprimento de programa de necessidades	Áreas brutas dos diversos setores	Especificações de cada um dos ambientes	Casos específicos, instalações e conexões.		
Materiais sustentáveis	Atendimento dos requisitos LEED ²	Quantidades aproximadas de materiais categorizados pela LEED	Quantidades precisas, materiais com a porcentagem de materiais reciclados	Seleção dos fornecedores específicos	Documentação das compras e especificações
Análises e simulações de iluminação; uso de energia, fluxos de ar.	Estratégias e critérios de desempenho baseado em áreas e volumes	Projeto conceitual baseado na geometria aproximada e em predefinições de sistemas	Simulação aproximada baseada em sistemas projetados	Simulação precisa baseada nas especificações de fabricante, detalhes dos componentes dos sistemas	Comissionamento e registro dos resultados obtidos

Fonte: adaptado de Comarella et al. (2016).

2.4.3 Dimensões - BIM 4D/ 5D/ 6D e 7D

As dimensões BIM apresentadas na Figura 11, conhecidas também como (nD) podem seguir além modelo de dados projetado. Antes a utilização mais comum para a elaboração de projetos era forma bidimensional 2D, utilizando a modelagem 3D apenas como aspecto representativo da edificação. Através do BIM, a modelagem realizada em 2D reflete automaticamente no modelo 3D devido sua forma de trabalho integrada. Com a grande

² A certificação Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) é aplicada à edificações em qualquer momento de sua vida útil. Ela determina práticas obrigatórias e recomendações pontuando o empreendimento em diversas categorias, como localização e transporte, eficácia energética e inovação.

quantidade de informações impostas nos projetos, tanto orçamentos, acompanhamento de obra e manutenção das edificações, notou-se que tais características iam além das dimensões do espaço euclidiano tornando necessário a separação destes em diferentes dimensões de trabalho (CARDOSO et al. 2013).

Figura 11 - Dimensões BIM.



Fonte: Adaptado de Mineiro (2016).

2.4.3.1 Terceira Dimensão - 3D

O projeto 3D abrange o levantamento dos elementos em três dimensões no plano euclidiano. Este modelo permite ao usuário uma melhor assimilação do que está sendo projetado. Além da representação visual do modelo, costuma-se utilizar a modelagem 3D para detecção de conflitos, conhecida como *clash detection*³ explica Mattos (2014), onde para este tipo de operação softwares como Solibri Model Checker e Navisworks são usualmente utilizadas como ferramentas de apoio.

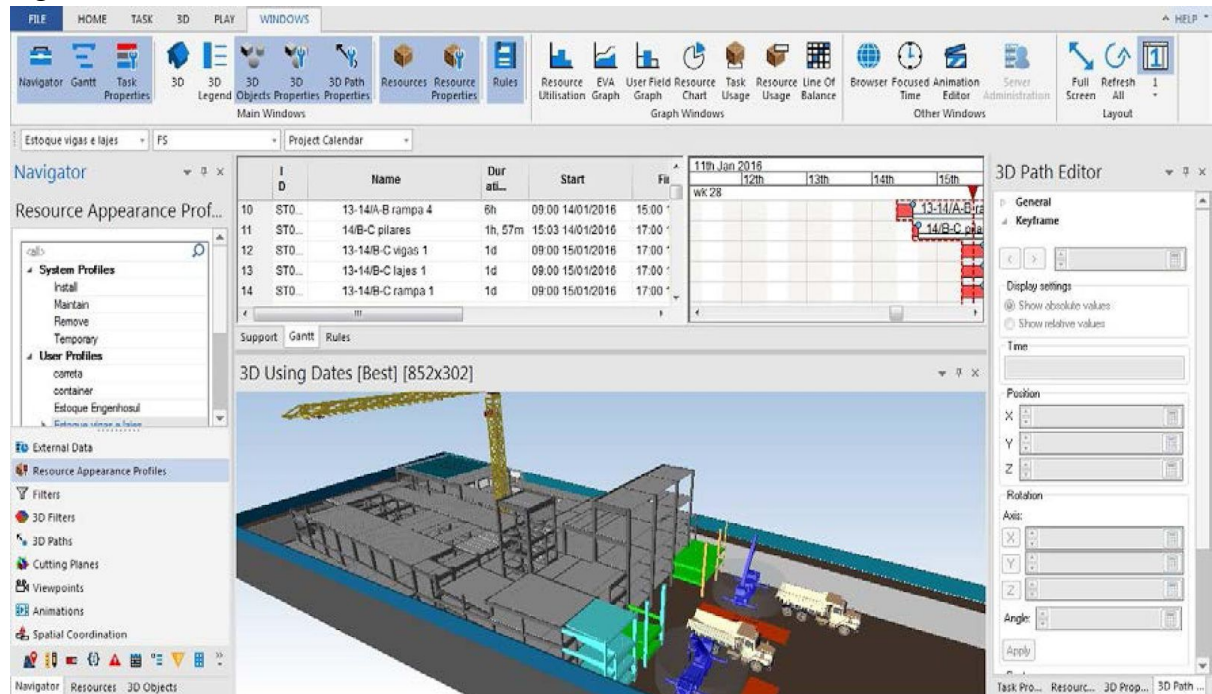
2.4.3.2 Quarta Dimensão - 4D

A quarta dimensão é o acréscimo do tempo sobre o 3D, assim, é possível realizar o planejamento e cronograma da edificação. No modelo BIM utiliza-se softwares específicos

³ Clash detection é um termo utilizado na metodologia BIM. É uma maneira de realizar a compatibilização do projeto de forma automática, realizada de forma visual em projeto desenvolvidos na plataforma CAD.

para o planejamento conforme Figura 12, estes possibilitam a simulação da construção por etapas importando o projeto elaborado, permitindo ainda que o projetista estime a posição de equipamentos como grua e locais para armazenamento de materiais para a execução da obra (MATTOS, 2014).

Figura 12: Interface software 4D.



Fonte: BATAGLIN et al. (2017).

Para a criação do cronograma de obra 4D existem diversas ferramentas disponíveis, o Autodesk Navisworks Manage, Teckla BIMSight, Bentley Synchro e Tribble Vico são umas delas, onde é possível simular o cronograma da obra a partir do modelo BIM 3D, visualizando os efeitos do planejamento. Simulações elaboradas por softwares podem ser importadas de diferentes plataformas, tais como MS Project, Primavera ou Asta, ferramentas as quais são usualmente utilizadas para o gerenciamento de obra (BOSZCZOWKI 2015).

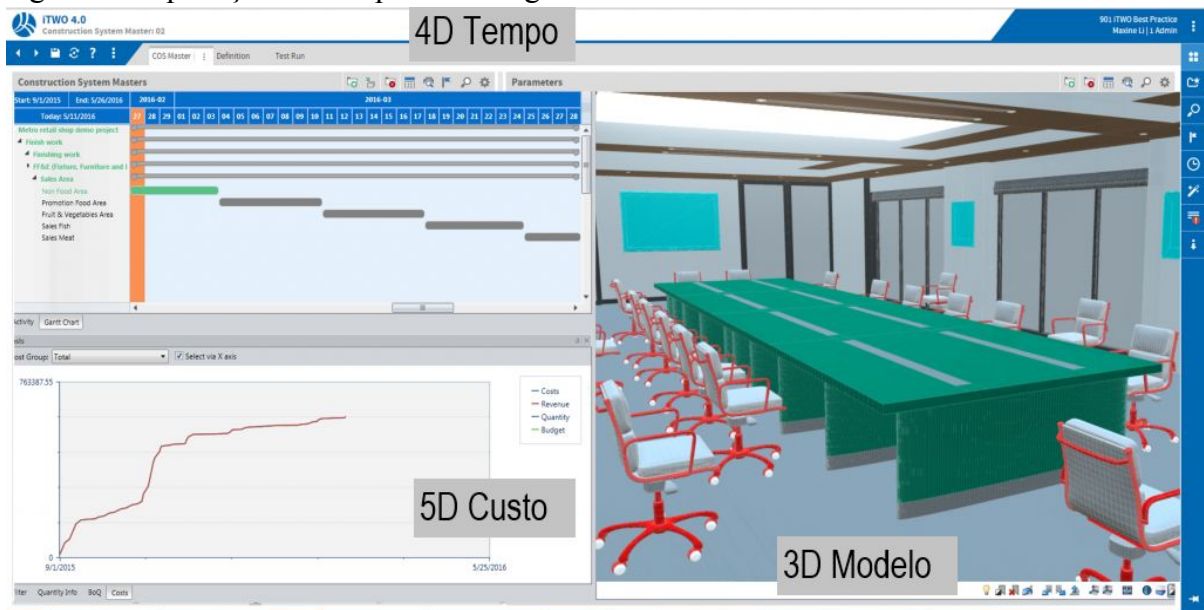
2.4.3.3 Quinta Dimensão - 5D

O 5D engloba a parte orçamentária do projeto. Neste modelo são extraídos quantitativos do projeto proporcionando uma análise de custos de atividades e materiais. Associado ao 3D e 4D como mostra a Figura 13, pode-se acompanhar de forma virtual o andamento da obra e custos agregados a cada etapa de desenvolvimento, em caso de alteração

no projeto, as atualizações são realizadas em tempo real fornecendo maior precisão na avaliação e impactos das mudanças geradas (HAMED et al. 2014).

Gonçalves (2019) explica que nessa dimensão é possível ainda vincular os elementos de projeto a bancos de dados externos como SINAPI, TCPO, entre outros, para isso, ferramentas de apoio como os softwares Sisplo, Tribble Vico e Orçafascio são alguns meios disponíveis no mercado, agregando maior confiabilidade, precisão e facilidade na montagem de orçamentos de projetos.

Figura 13: Aplicação 5D em paralelo ao gerenciamento 3D e 4D.



Fonte: Adaptado de de Autodesk (2018).

2.4.3.4 Sexta Dimensão - 6D

O 6D de um projeto refere-se a parte de sustentabilidade da edificação. Nesta dimensão são extraídos dados como validade dos elementos construtivos, possibilitando análise energética, acústica, solar, ventilação dentre outros fatores (CAMPESTRINI et al. 2015).

Focado na sustentabilidade da edificação, a análise possibilita tomar melhores decisões no dimensionamento e escolha de materiais, com vida útil mais longa e com maior sentido econômico, onde softwares como Green Building Studio, Insigth e Energy+ são boas alternativas para auxiliar no processo, além disso, o nível de dados de um projeto elaborado

em 6D proporciona a ordenação de futuras atividades de manutenção com bastante antecedência (GARIBALDI et al. 2020).

2.4.3.5 Setima Dimensão - 7D

O objetivo do 7D é englobar todos os dados relacionados a vida útil da edificação, informações as quais são utilizadas para a gestão e manutenção da mesma. Esta organização de dados possibilita simular através de softwares como Facility Management e ArchiBUS, táticas para melhorar a prestação de serviço durante o ciclo de vida do projeto. O 7D é um meio para garantir que a edificação siga da melhor forma do início até a demolição da estrutura. (GARIBALDI et al. 2020).

Com as informações inseridas nos elementos, é possível criar alertas em um modelo virtual com datas de manutenção, facilitando o gerenciamento de atividades dentro da edificação (RIBEIRO, 2015).

2.4.4 Dimensões - BIM 8D/ 9D e 10D

Além das dimensões mais conhecidas, o BIM proporciona a possibilidade de oferecer recursos que vão além do projeto e gestão de uma edificação explica Kamardeen (2010). Desta forma é possível agregar mais três dimensões ao desenvolvimento BIM, dependendo apenas da proposta do empreendimento.

2.4.4.1 Oitava Dimensão - 8D

Segundo Kamardeen (2010), a oitava dimensão propõem a segurança e prevenção de acidentes, onde é possível determinar riscos em frente ao modelo projetado, promovendo sugestões e perfis de risco na edificação. Com isso, a prevenção de acidentes no processo construtivo e operacional podem ser reduzidos, orientando o construtor ou até mesmo usuário da edificação em pontos específicos, propícios a acidentes.

2.4.4.2 Nona Dimensão - 9D

De acordo com Darós (2019), a nona dimensão de um projeto BIM tem a finalidade de suprimir os desperdícios no processo de execução, dando a esta dimensão o conceito de *lean*

construction, em português, definida como construção enxuta. De forma geral, a ideia dessa dimensão de planejamento é reduzir as atividades que não agregam valores à construção, como transportes de materiais, processamentos e inspeções, visando buscar alternativas para aumentar a eficiência dos processos desde a matéria prima até o produto final.

2.4.4.3 Décima Dimensão - 10D

Conhecida como construção industrializada, este modelo de trabalho tem o intuito de propor processos de programação, construção e gerenciamento de dados envolvidos no processo construtivo (DARÓS, 2019). Para Vieira (2020) neste tipo de construção os erros e imprevistos são menores, visto que a construção é feita na sua maior parte em fábrica, reduzindo o tempo no canteiro de obra e proporcionando uma maior controle em relação a qualidade do produto.

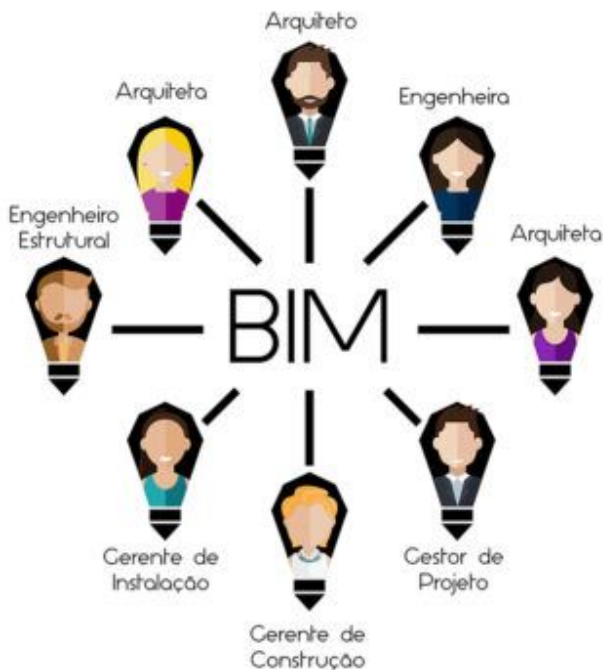
Esta é a última dimensão possível em que a metodologia BIM pode chegar, onde para Almeida (2019), a industrialização da construção civil é o objetivo comum de todas as outras dimensões, o qual tem como finalidade tornar o setor da construção mais produtivo.

2.4.5 Fluxo de trabalho BIM

O BIM colabora para a engenharia civil facilitando o trabalho colaborativo entre os projetistas e gerentes de projetos. Gonçalves (2019) explica que a utilização da metodologia em relação ao modelo tradicional, é possível alterar o fluxo dos projetos antes realizados de forma sequencial, isto é, após o desenvolvimento da arquitetura, seguia-se aos projetos complementares definindo os de maior importância, menor flexibilidade de movimentação ou alteração, aos mais flexíveis para desvios ou que exigem menores alterações na estrutura.

Na metodologia BIM, após o estudo preliminar, os processos podem ser desenvolvidos de forma simultânea, conforme Figura 14, onde, partindo do lançamento prévio da arquitetura, os demais sistemas podem ser elaborados, pois o BIM possibilita o trabalho simultâneo de todos os envolvidos no projeto em um arquivo compartilhado.

Figura 14: Interoperabilidade BIM.

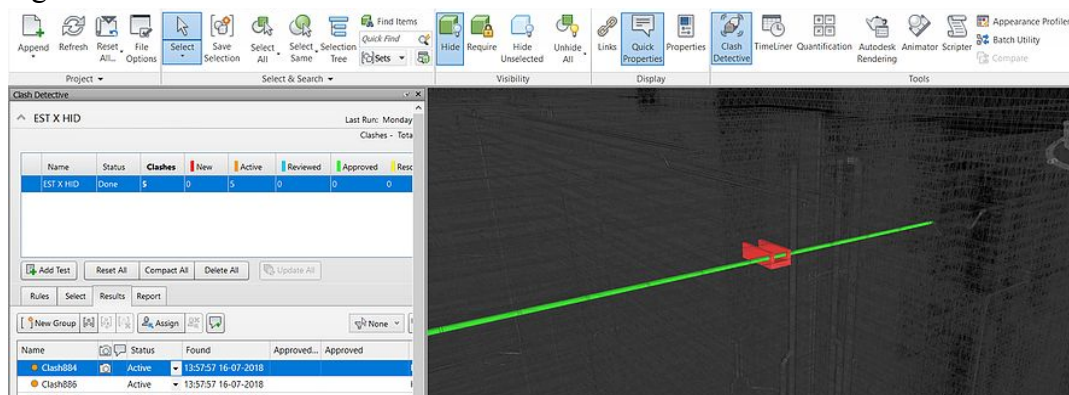


Fonte: Farias et al. (2020).

2.4.6 Compatibilização BIM

A metodologia BIM, diferente da metodologia CAD, possibilita a modelagem virtual da edificação com informações agregadas aos elementos. De acordo com Pelizza (2018), a simples criação de um modelo informatizado 3D já facilita de forma significativa a análise de conflitos devido às possibilidades de automatizar a análise de conflitos importando o arquivo IFC da estrutura para softwares específicos como TeklaBIM ou Navisworks apresentado na Figura 15.

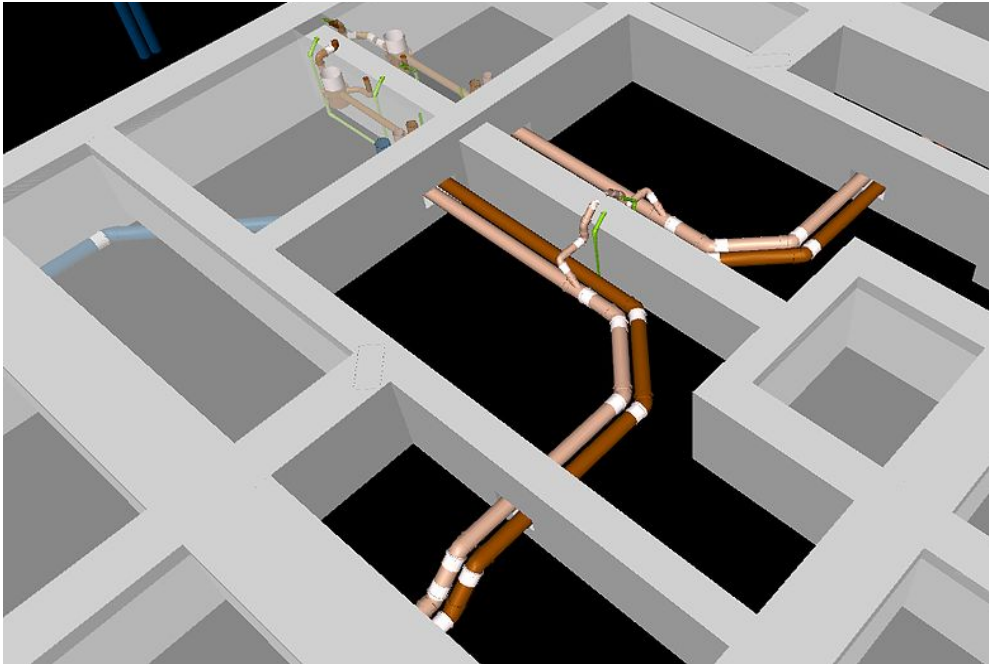
Figura 15: Clash detection através do software Navisworks.



Fonte: Pelizza (2018).

Pela metodologia BIM a troca de dados é instantânea, reduzindo tempo de trabalho e possibilitando a solução de problemas com incompatibilidade de forma mais ágil. Na Figura 16, a passagem de tubulações do sistema hidrossanitário pode ser visto de forma clara pelo projetista, possibilitando alterações e previsões de furos de forma rápida e contemplando diferentes cenários de instalação (GONÇALVES, 2019).

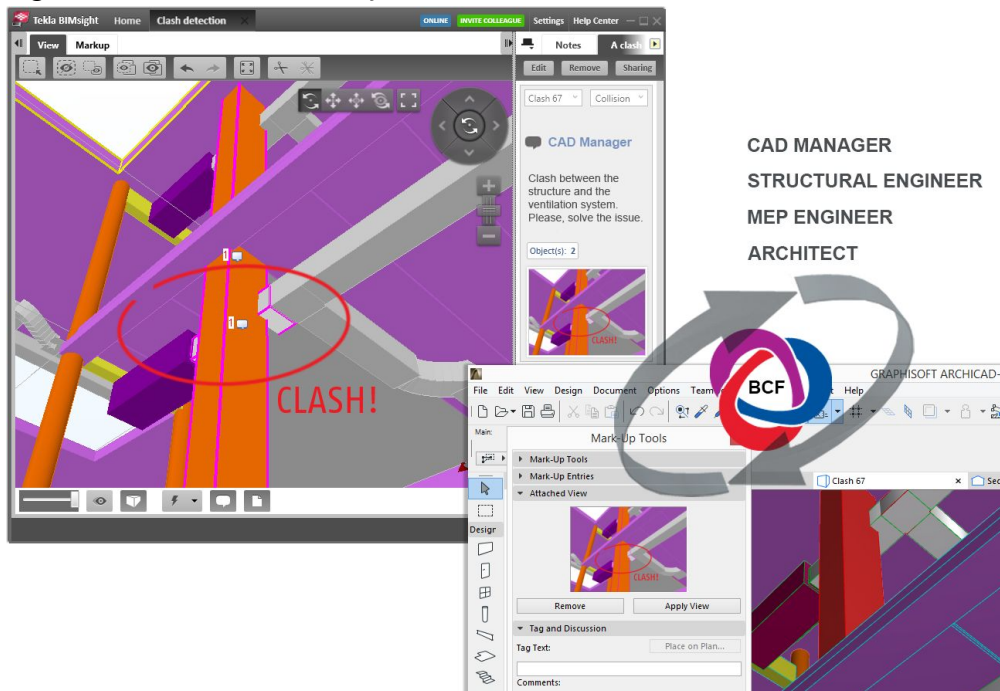
Figura 16: Compatibilização entre tubulações.



Fonte: Pelizza (2018).

Para facilitar o gerenciamento de alterações provenientes a conflitos de sistemas na modelagem BIM, o gerente de projetos possui ferramentas próprias da modelagem informatizada, softwares como Solibri, BIM Collab e o BIM Track, permitem a geração de documentos do tipo *BIM Collaboration Format* (BCF). Este tipo de arquivo é gerado através de uma análise de *clash detection* e utilizado para enviar para os integrantes do projeto inconsistências encontradas na análise do modelo, conforme Figura 17. Estas funcionalidades agregadas ao modelo BIM são muito úteis, pois além de resolver problemas de espaços, auxilia em uma compatibilização de maior confiabilidade em relação às análises manuais projetados (GONÇALVES, 2019).

Figura 17: Troca de informações BIM.



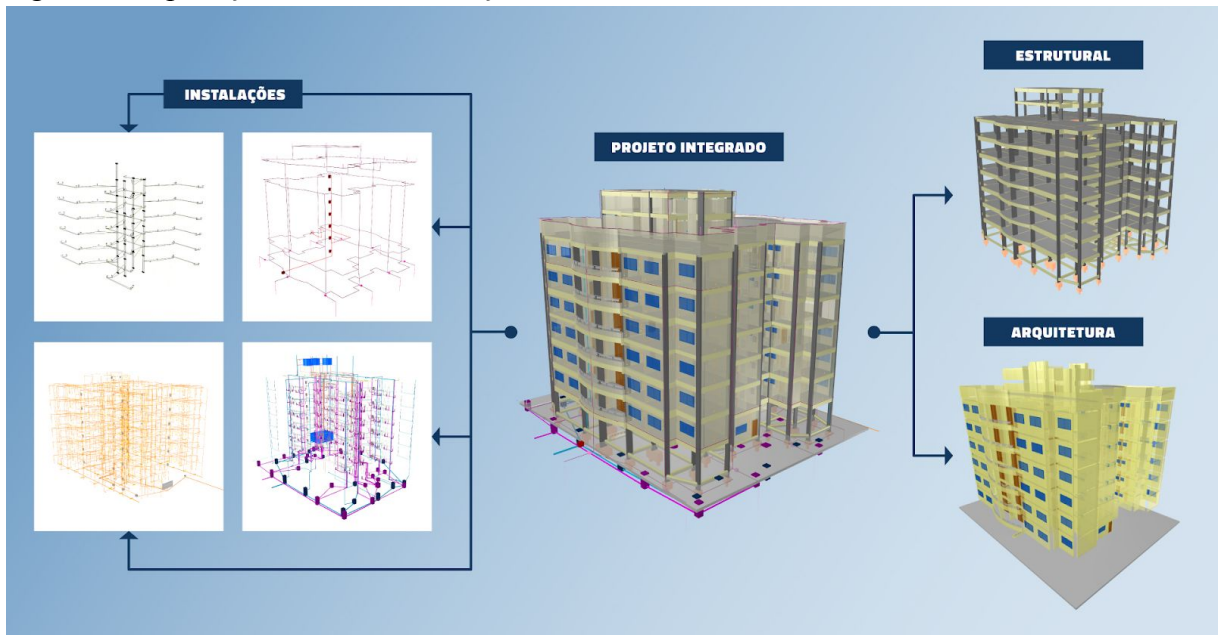
Fonte: Gonçalves (2018).

2.4.7 Aplicações na Construção Civil

A Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (ABDI) em parceria com o Ministério de Desenvolvimento Regional apoiam a utilização da metodologia BIM no programa MCMV. De acordo com Martins (2019) a implantação do BIM no MCMV pode contribuir para ganhar escala, qualidade, e transparência no programa. visando isso, para difundir a metodologia pelo país, a ABDI lançou a plataforma BIM BR, onde hospeda uma Biblioteca Nacional de elementos construtivos e materiais úteis para a modelagem BIM.

A modelagem BIM pode agilizar os processos de gerenciamento dos projetos, além de aumentar a precisão destes. Ao iniciar o processo utilizando a metodologia BIM, é possível gerenciar detalhes da estrutura em tempo real conforme Figura 18, realizando alterações e informações as quais são compartilhadas junto aos demais projetistas (GONÇALVES, 2018).

Figura 18: Aplicação BIM na construção civil.



Fonte: Gonçalves (2018).

Além de possibilitar agilidade no gerenciamento de projetos, o BIM pode tornar-se uma grandiosa ferramenta para o monitoramento dos processos construtivos da obra. Utilizando o modelo digital da edificação, as estruturas projetadas podem ser vistas e verificadas em obra a partir de um dispositivo móvel (SILVA et al. 2017).

Contrariamente aos softwares CAD 2D, onde exige-se pranchas impressas para o acompanhamento da obra, no BIM o modelo pode ser disponibilizado em arquivo 3D, possibilitando ao construtor verificações de tipos de materiais e suas propriedades diretamente deste modelo, auxiliando no processo de execução (SILVA et al. 2017).

Sabourin (2018) afirma que a partir deste modelo de projeto, melhorias na qualidade dos trabalhos podem ser superior ao sistema tradicional, reduzindo até mesmo da qualificação das equipes de trabalho devido a grande quantidade e quantidade de informações disponíveis no projeto. A Figura 19 demonstra um comparativo do modelo virtualizado BIM em relação a execução.

Figura 19: Análise do modelo BIM na obra.

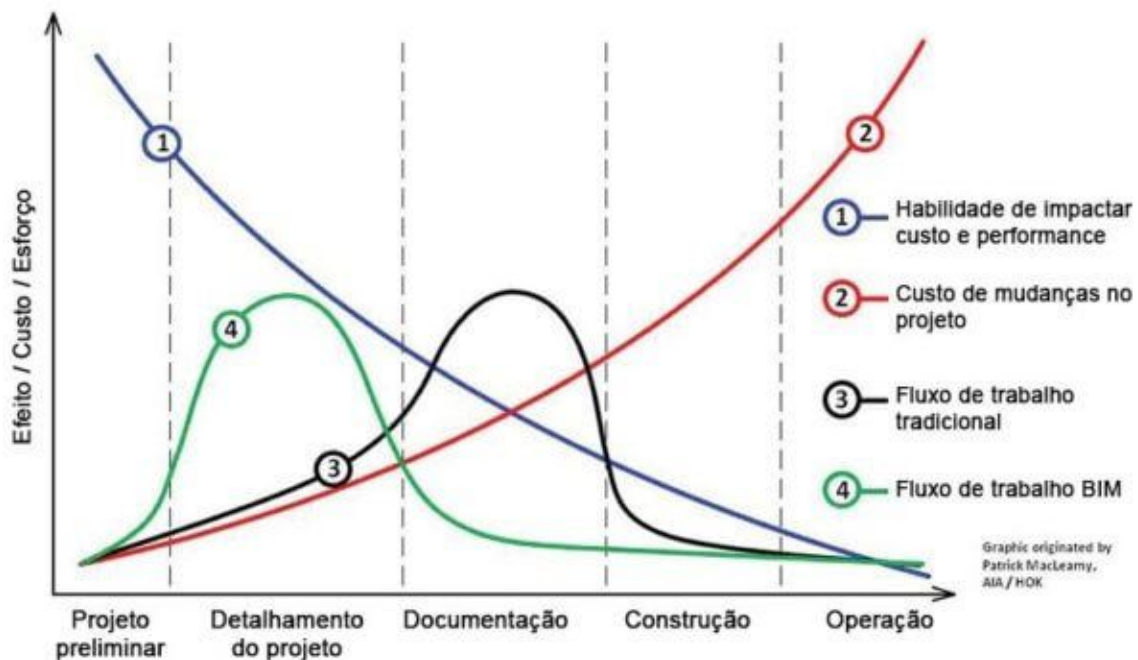


Fonte: Sabourin (2014).

A metodologia BIM aplicada a engenharia de construção, pode reduzir custos e tempo das equipes de engenharia através da automação de modificações nos projetos, na produção dos desenhos, sendo estes elaborados de forma automatizada quase por completa, no levantamento de quantitativos e retrabalho reduzindo em virtude do maior controle e organização dos projetos (EASTMAN et al. 2014).

Na Figura 20 possibilita verificar o fluxo da execução de uma edificação, onde, ao aproximar-se ao seu final, o custo devido às mudanças no projeto tendem a aumentar exponencialmente e de forma contrária, a capacidade das mudanças tende a ser cada vez menor. No fluxo de trabalho BIM, exige-se a integração dos dados já no início, tornando os projetos praticamente completo do início ao final. Deste modo, por conter um maior grau de informações em relação ao sistema CAD convencional, é possível prever modificações nos projetos antes da execução sendo este o ponto onde as modificações implicam um menor custo para o cliente (COURT, 2006).

Figura 20: Custos gerados por alteração de projeto em diferentes etapas do empreendimento.



Fonte: Eastman et al., (2014).

2.5 Orçamentação de Projetos

Para o Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI), o orçamento de uma obra é o planejamento prévio dos seus custos, por meio de quantificação, avaliação e atribuição de valores para os recursos necessários para o desenvolvimento das etapas.

Após a elaboração do orçamento de uma obra, este deve ser validado, e acompanhado durante a execução dos projetos (controle de custos). Este acompanhamento permite verificar e identificar eventuais problemas antes da execução da obra, antecipando assim falhas mais graves que possam comprometê-lo (VARGAS, 2005).

De acordo com o Instituto de Engenharia (2011), e a Norma Técnica nº 01/2011 o orçamento de uma obras de construção civil, podem variar conforme a necessidade, podendo ser por meio de estimativa de custo, orçamento preliminar, análise analítica ou detalhada ou por meio de orçamento resumido. Exemplificando, o orçamento detalhado ou analítico estabelece uma avaliação de custo por meio de levantamento de quantitativos de materiais e de serviços, com composição de preços unitários. Estes valores são apresentado em planilha

orçamentária, posteriormente relacionados aos serviços com suas unidades de medida, dados os quais são extraídos dos projetos executivos (ANDRADE et al. 2014).

O PMBOK ed. 4ª (2008) determinar orçamento como um processo de agregação de custos estimados de atividades ou pacotes de trabalho, este processo é utilizado para desenvolver uma linha que norteia os custos para o monitoramento, desempenho e controle do projeto.

2.5.1 Planejamento Orçamentário

O desenvolvimento de um orçamento faz parte do planejamento de custos de um projeto, e este depende de inúmeras etapas as quais devem ser analisadas uma a uma para evitar problemas de caixa para a obra. Este processo é de muita importância para o planejamento de um empreendimento, exige conhecimento de materiais, e processos construtivos (OLIVEIRA, 2017).

Na Quadro 2 são demonstrados as fases de planejamento do processo orçamentário de um projeto civil.

Quadro 2: Fases de projeto para a orçamentação de obra.

Gerenciamento dos Custos	Descreve como os custos do projeto serão organizados e controlados
Estimar os Custos	levantamento de quantitativo de materiais e serviços a serem realizados e depois precificar. Os valores podem ser embasados em cotações, noção de mercado ou até orçamentos anteriores.
EAP (Estrutura Analítica do Projeto)	Atividades que compõem o escopo do projeto devem estar na EAP, divididas em pacotes de serviço contendo identificação e especificações dos trabalhos necessários para a entrega das etapas. Podem ser divididos por área, sistema ou especialidade .
Desenvolver o cronograma do projeto	Datas de início e término desejados para as atividades, planejamento de desembolso durante o projeto.
Mobilização de equipe	Planejamento de recurso humano para executar as fases do projeto.
Conduzir as aquisições de material, mão de obra e equipamentos	Seleção de fornecedores aptos para atender a demanda de projeto

Fonte: Adaptado de Andrade et al. (2014).

Além das etapas construtivas bem elaboradas de um projeto, identificar os riscos têm grande importância para a elaboração do orçamento. Este cuidado evita imprevistos durante o período de projeto e que podem onerar ou até mesmo inviabilizar o projeto. Visando isso, dois tipos de reservas são comumente utilizadas no orçamento de obras, a reserva de contingência, definida para riscos conhecidos, identificados no levantamento de riscos e a reserva gerencial, para os riscos imprevistos, caso ocorram. A reserva é importante e tem o objetivo de preservar o orçamento inicial (ANDRADE et al. 2014).

2.5.2 Quantificação pela metodologia CAD

Tradicionalmente, o desenvolvimento do levantamento de quantitativos é realizada pela medição dos elementos de uma edificação, pelos seus respectivos projetos executivos representados em CAD 2D, devendo ser verificado cuidadosamente para assegurar a sua exatidão (ALDER, 2006). Este processo, devido ao meio de análise ser realizado manualmente pelo orçamentista e apresentado em forma de planilhas conforme Figura 21, está sujeito a erros humanos e tende levando a imprecisões dos dados obtidos seguindo assim para as etapas subsequentes. Além da atenção, este processo é demorado podendo exigir de 50% a 80% do tempo de trabalho do orçamentista para elaborar uma estimativa de custos de um projeto (SABOL, 2008).

Figura 21: Exemplo planilha de quantificação de materiais para revestimento.

Cômodo	Perímetro (m)	Altura (m)	Descontos (m ²)	Chapisco (m ²)	Emboço (m ²)	Reboco (m ²)	Massa corrida (m ²)	Pintura (m ²)	Azulejo (m ²)	Rodapé (m)
Sala	18,00	2,80	0,40	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00		18,00
Quarto 1										
Quarto 2										
Banheiro	10,00	2,80		28,00	28,00		-	-	28,00	10,00
Corredor										
Total				78,00	78,00	50,00	50,00	50,00	28,00	28,00

↓
Dados de entrada

Fonte: Mattos (2006).

Para a quantificação de projetos complexos, onde o volume de informações e conhecimentos são elevados, recursos de informática e sistemas de informação automatizadas

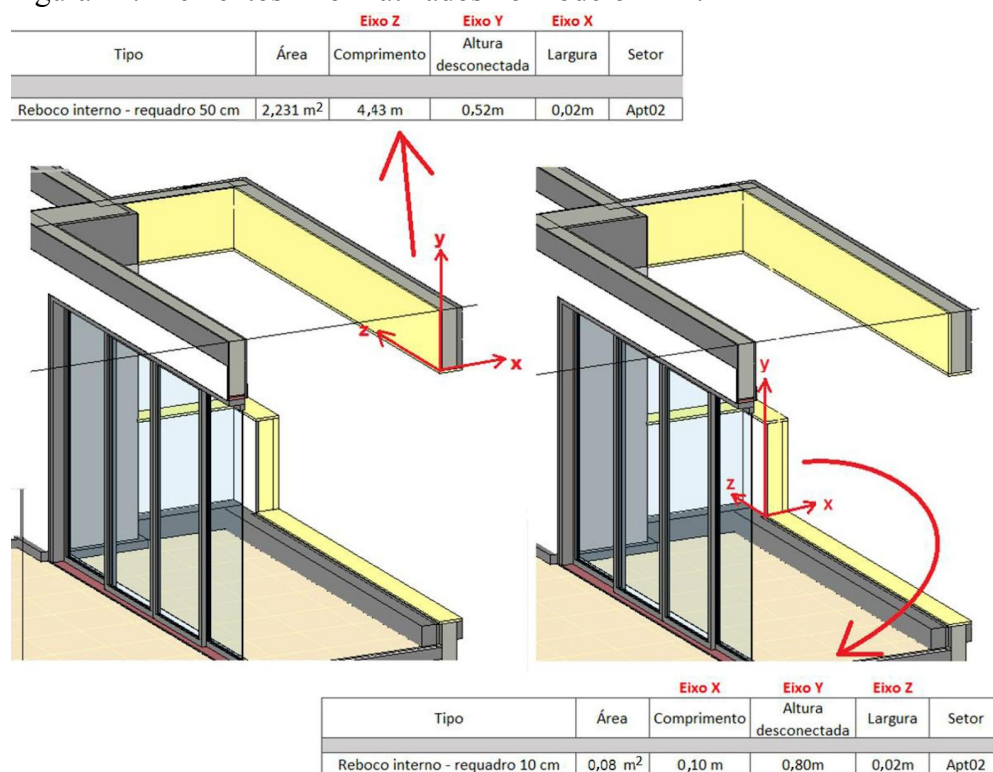
por meio de planilhas, são ótimas ferramentas para o melhor aproveitamento de tempo e determinação adequada dos quantitativos (SCHOPENHAUER, 2015).

Um bom orçamento é imprescindível para o adequado planejamento de um projeto, pois ele é a base para o êxito de qualquer empreendimento de construção. De acordo com Coelho (2006), após a conclusão do orçamento, determina-se a viabilidade técnico-econômica, cronograma físico-financeiro, e o cronograma detalhado, contendo relatórios para acompanhamento dos mesmos junto a execução do empreendimento.

2.5.3 Quantificação pela metodologia BIM

Diferente do levantamento de quantitativos elaborado na representação CAD 2D ou 3D, a metodologia BIM possui grande importância neste quesito através da dimensão 5D. Desta forma, através das informações contidas nos elementos projetados, conforme pode ser visto na Figura 22, facilmente são extraídos e quantificados todos os detalhes dos materiais, possibilitando ao orçamentista um alto nível de precisão, redução de erros (GONÇALVES, 2020).

Figura 22: Elementos informatizados no modelo BIM.



Fonte: Fenato et al. (2018).

Eastman et al. (2011) explica que com o uso do BIM para a extração de quantitativos, é possível ter um alto nível de precisão além de proporcionar a automação do processo conforme Figura 23. Contudo, no que diz respeito ao orçamento operacional, alguns itens podem não ser extraídos de forma automática exigindo ainda da capacitação do orçamentista para o desenvolvimento destas etapas.

Figura 23: Planilha de quantitativos exportada na metodologia BIM.

Arquivo Página Inicial Inserir Layout da Página Fórmulas Dados Revisão Exibir Ajuda Diga-me o que você deseja fazer				
<div> <div>Colar</div> <div> <div>Calibri 10</div> <div>N I S</div> <div> <div>Quebrar Texto Automaticamente</div> <div>Mesclar e Centralizar</div> </div> </div> <div> <div>Número</div> <div>% 000</div> <div>Formatar Condicional</div> </div> </div>				
A	B	C	D	E
7	Lista de Materiais			
8	(INSUMO SINAPI) ELÉTRICA - Não incluído nas composições			
9	Nº	Descrição	Item	Quantidade
10	1,00	2500	ELETRODUTO FLEXIVEL, EM ACO GALVANIZADO, REVESTIDO EXTERNAMENTE COM PVCPRETO, DIAMETRO EXTERNO DE 60 MM (2"), TIPO SEALTUBO	37,00
11	2,00	2503	ELETRODUTO FLEXIVEL, EM ACO GALVANIZADO, REVESTIDO EXTERNAMENTE COM PVCPRETO, DIAMETRO EXTERNO DE 50 MM(1 1/2"), TIPO SEALTUBO	2,25
12	3,00	39457	DISPOSITIVO DR, 4 POLOS, SENSIBILIDADE DE 30 MA, CORRENTE DE 63 A, TIPO AC	4,00
13	4,00	39472	DISPOSITIVO DPS CLASSE II, 1 POLO, TENSAO MAXIMA DE 275 V, CORRENTE MAXIMA DE *90* KA (TIPO AC)	4,00
14	5,00	40401	ELETRODUTO FLEXIVEL PLANO EM PEAD, COR PRETA E LARANJA, DIAMETRO 32 MM	104,30
15	6,00	40402	ELETRODUTO FLEXIVEL PLANO EM PEAD, COR PRETA E LARANJA, DIAMETRO 40 MM	33,30
16	(SINAPI) CABO DE COBRE FLEXÍVEL ISOLADO, ANTI-CHAMA 0,6/1,0 KV			
17	Nº	Descrição	Item	Quantidade
18	1,00	91927	2.5 mm²	937,66
19	(SINAPI) Cabeamento estruturado			
20	Nº	Descrição	Item	Quantidade
21	1,00	98295	4	734,39
22	2,00	Cabo Coaxial RG6	1	94,28
23	(SINAPI) ELÉTRICA EMBUTIR			
24	Nº	Descrição	Item	Quantidade
25	1,00	74131/5	QUADRO DE DISTRIBUICAO DE ENERGIA DE EMBUTIR, EM CHAPA METALICA, PARA 24 DISJUNTORES TERMOMAGNETICOS MONOPOLARES, COM BARRAMENTO TRIFASICO E NEUTRO, FORNECIMENTO E INSTALACAO	4,00
	2,00	74131/6	QUADRO DE DISTRIBUICAO DE ENERGIA DE EMBUTIR, EM CHAPA METALICA, PARA 32 DISJUNTORES TERMOMAGNETICOS MONOPOLARES, COM BARRAMENTO TRIFASICO ENEUTRO,	1,00

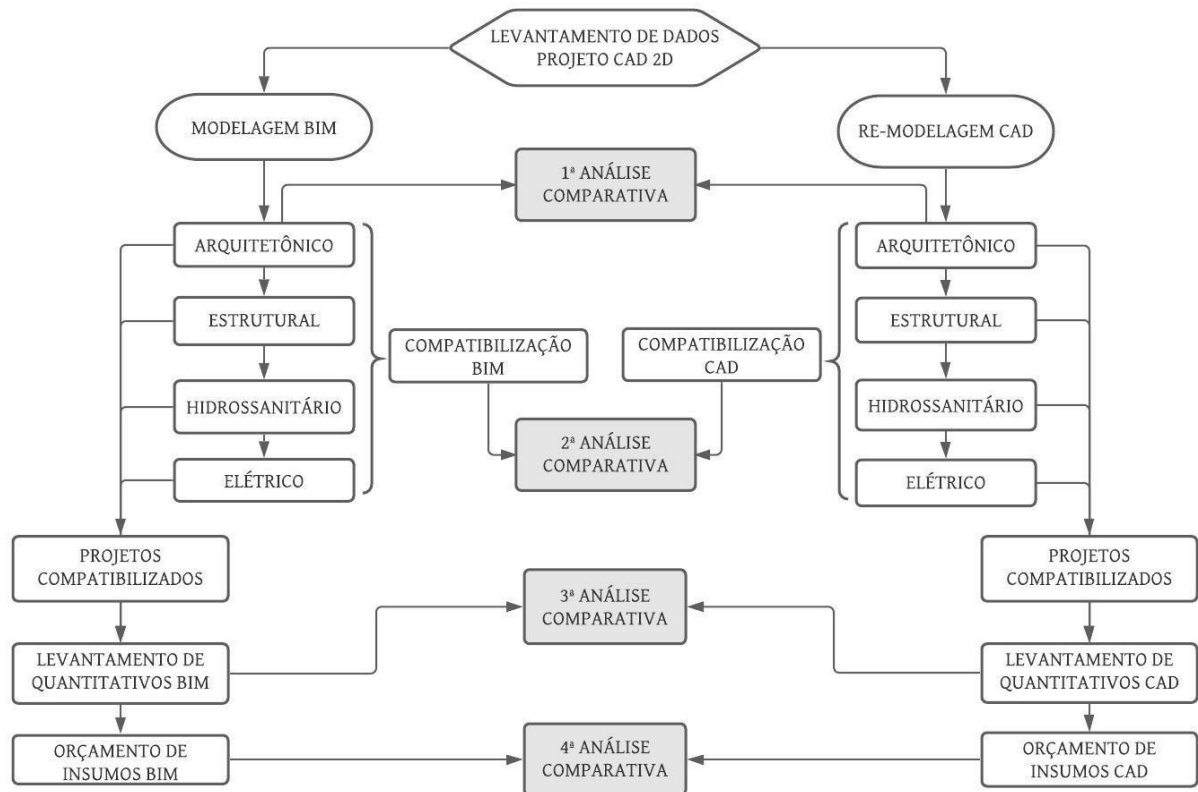
Fonte: Gonçalves (2020).

3 MATERIAL E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Na primeira parte deste trabalho, foi realizada uma revisão bibliográfica buscando aprofundar o assunto em relação ao planejamento de projetos e a representação destes no modelo CAD, usualmente utilizado. Da mesma forma, apresentou-se alguns aspectos promissores que a tecnologia BIM tem a oferecer para aumentar a eficiência no desenvolvimento dos projetos da construção civil.

Neste momento, serão apresentados as informações pertinentes da edificação analisada, assim como o levantamento de dados desta obra, a qual foi executada através de ferramentas tradicionais de representação CAD 2D, quantificação por levantamento manual e orçamentação com apoio de planilhas eletrônicas de excel. Desta forma, a obra em questão foi comparada com o processo de planejamento utilizando a metodologia BIM, analisando quais os benefícios ou dificuldades que esta tecnologia pode trazer para o desenvolvimento de edificações de pequeno porte realizada através do programa MCMV, dessa forma, o estudo seguiu as etapas de trabalho apresentadas na Figura 24.

Figura 24: Fluxograma etapas do trabalho.



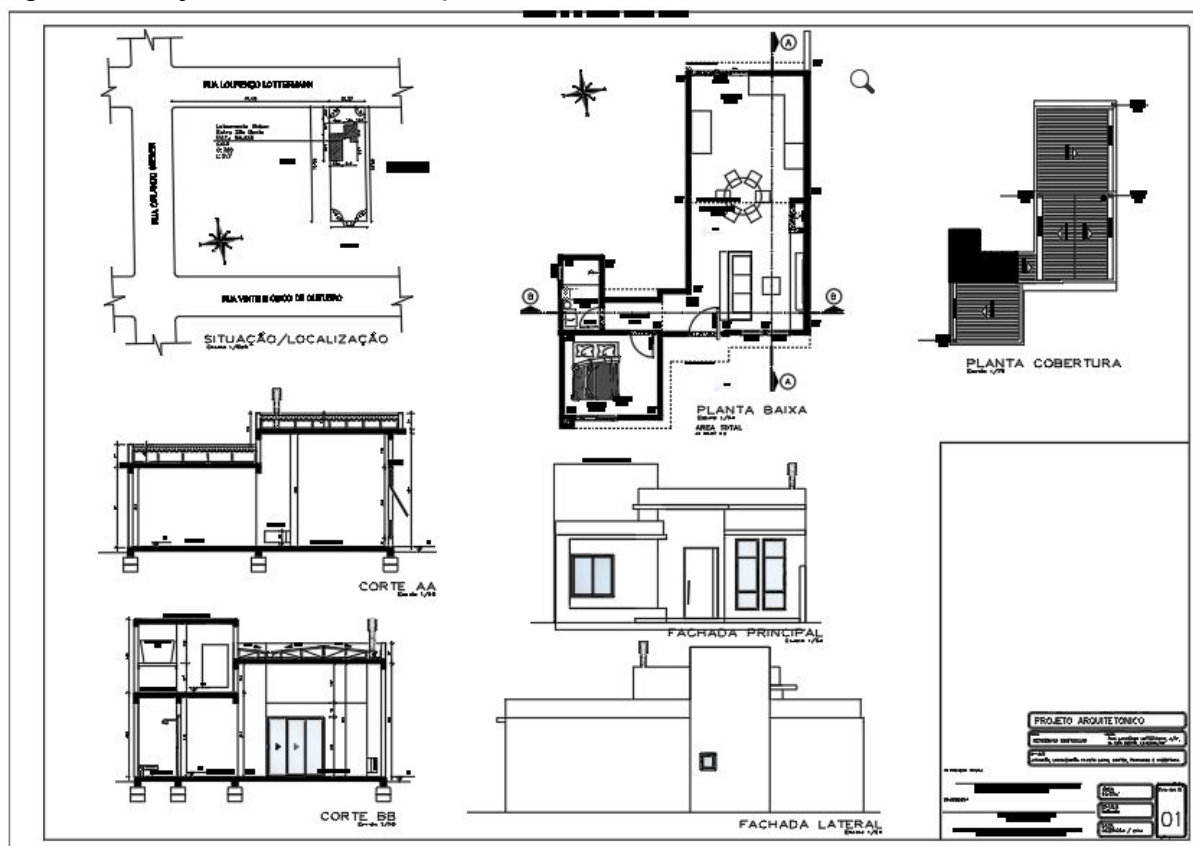
Fonte: do autor.

3.1. Dados do Projeto

Como se trata de incentivo público para aquisição da casa própria, o governo junto com a instituição financeira estipula um valor limite a ser disponibilizado para a aquisição do imóvel conforme região e cidade na qual a mesma será executada, desta forma, a residência em estudo teve um valor limitados em R\$ 140.000,00 (cento e quarenta mil reais), valor atribuído para o conjunto lote e construção norteando assim a área da construção e seus acabamentos conforme padrões de Custo Unitário Básico de Construção (CUB/m²) do estado.

A obra analisada localiza-se no município de Lajeado/RS, a qual foi executado através do financiamento MCMV em 2018 conforme projeto apresentado na Figura 25. A edificação em questão é uma residência unifamiliar de 60,07m² desenvolvida conforme especificações mínimas do programa, Normas da ABNT e código de obras do município.

Figura 25: Projeto CAD da edificação.

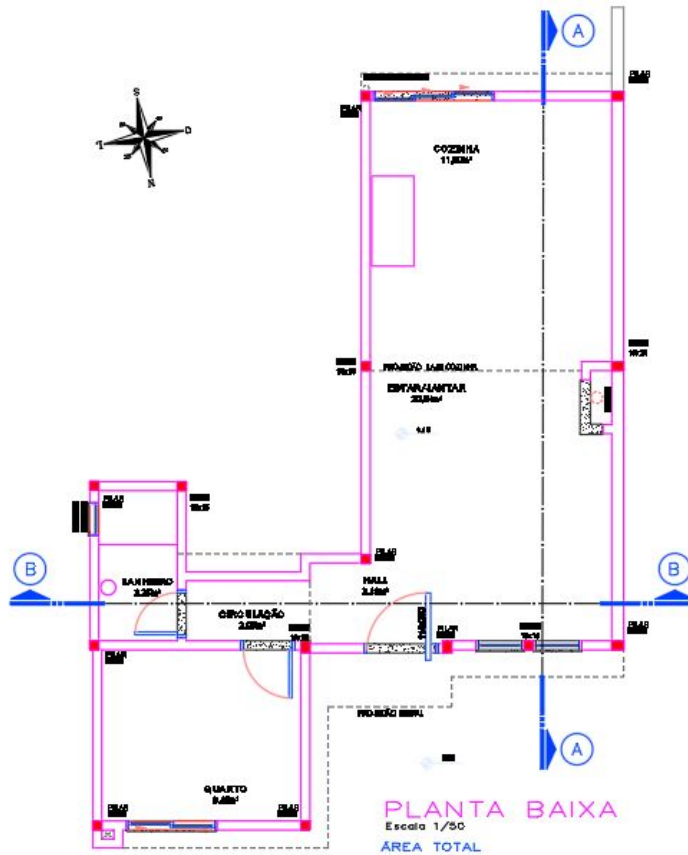


Fonte: Adaptado de Schu (2018).

O lote definido para a execução da obra em questão não exigiu a remoção de vegetação ou aterro. Através de uma breve análise visual realizada no estudo de viabilidade, analisou-se o solo local para a escolha do tipo de fundação a ser adotada, a partir desta análise que se optou por fundações superficiais.

O sistema construtivo empregado foi de concreto armado moldado in loco, em conjunto com tijolos cerâmicos para vedação, e forro composto por laje tipo tabelas cerâmica e vigotas pré moldadas. A adoção destes elementos foram em virtude das exigências do programa o qual determina também a utilização de pilares estruturais em todos os cantos da edificação quando não utilizada alvenaria autoportante. Contudo, o projeto estrutural não foi elaborado, apresentando apenas os pontos de execução dos pilares destacados em vermelho na Figura 26, os quais foram determinados seguindo como os critérios mínimos de dimensionamento que preconiza a NBR 6118/2014, e especificações apresentadas pelo fornecedor no caso das lajes com vigotas pré moldadas.

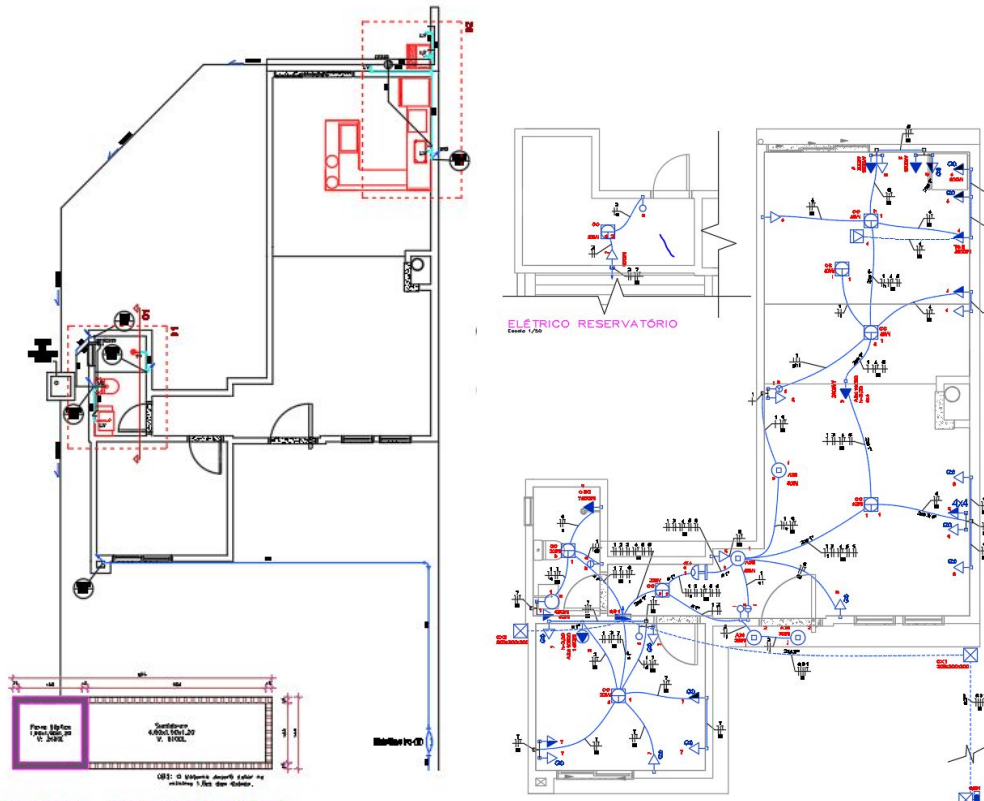
Figura 26: Definição dos pontos de pilares estruturais da edificação.



Fonte: Adaptado de Schu (2018).

Para os sistemas complementares que compreenderam a edificação, foram definidos os requisitos mínimos para instalações elétricas, água fria, esgoto pluvial e cloacal, além dos sistemas adicionais de água quente, reaproveitamento de águas pluviais e tubulações para climatização. Estes sistemas foram previamente definidos no estudo preliminar da edificação junto com o proprietário, possibilitando o desenvolvimento dos espaços mínimos no projeto arquitetônico conforme Figura 27.

Figura 27: Projetos de instalações elétricas e hidrossanitárias.



Fonte: Adaptado de Schu (2018).

Após o desenvolvimento do projeto legal da residência, foi realizada a aprovação junto ao órgão municipal, e posteriormente junto a instituição financeira, sendo ela a responsável pelas vistorias do empreendimento, verificando todas etapas construtivas em relação ao projeto executivo proposto, onde, após a execução obteve-se o resultado da residência apresentado na Figura 28.

Figura 28: Resultado do projeto em estudo.



Fonte: do autor.

3.2. Planejamento e Projeto CAD

3.2.1 Desenvolvimento CAD

Através dos dados do projeto real, foram re-projetados todos os sistemas da edificação através da modelagem CAD. O intuito desta etapa, é avaliar o tempo de desenvolvimento, e as dificuldades encontradas para posteriormente realizar o comparativo com a modelagem BIM. Para a concepção deste estudo, foram utilizados os seguintes softwares como apoio a modelagem:

- AutoCAD 2020: Software utilizado para o desenvolvimento dos trabalhos CAD, desenvolvimento do projeto arquitetônico e compatibilização;
- Eberick V8: Software utilizado para a elaboração dos desenhos e dimensionamento do projeto estrutural;
- Lumine V4: Software utilizado para a elaboração dos desenhos e dimensionamento do projeto elétrico e hidrossanitário.
- Hydros V4: Software utilizado para a elaboração dos desenhos e dimensionamento do projeto hidrossanitário.

3.2.2 Compatibilização CAD

A compatibilização dos projetos neste modelo de trabalho foi realizada conforme explicado por Gonçalves (2017), de forma visual, sobrepondo as instalações sobre o projeto arquitetônico através do software AutoCAD e verificando pontos que elementos se sobrepõem, como por exemplo eletrodutos elétricos seguindo no mesmo local que tubulações hidráulicas. Este processo exige muita atenção do projetista para que todos os conflitos sejam solucionados antes do processo de execução.

3.2.3 Quantitativos CAD

O levantamento de quantitativos para este modelo de planejamento foi elaborado conforme os métodos de quantificação de Badra (2006), e Mattos (2010), utilizando como base o projeto executivo das instalações desenvolvidas em CAD 2D e memorial descritivo.

Estes materiais foram lançados em planilhas de Excel automatizadas de apoio, com o intuito de promover maior confiabilidade e assertividade nos materiais quantificados.

Como esta metodologia de trabalho exige muita atenção e tempo do orçamentista, é comumente realizada ao final da elaboração dos projetos, evitando assim o retrabalho devido a alterações de projeto que comumente surgem no decorrer do tempo de elaboração dos mesmos, seja a pedido do cliente, órgãos regulamentadores da região, ou por incompatibilidade entre os sistemas solicitados.

Este processo foi separando em categorias de instalação, para facilitar assim o comparativo entre os mesmos e suas devidas considerações quanto ao orçamento final.

3.3 Planejamento e Projeto BIM

3.3.1 Desenvolvimento BIM

Para validar as análises comparativas entre as duas metodologias, foi realizado a remodelado do projeto utilizando a metodologia BIM, com o intuito de verificar quais os benefícios que esta tecnologia pode trazer ao projeto e seu custo final em relação a metodologia CAD. Para este estudo, foram realizados diferentes softwares como apoio a modelagem, sendo eles:

- Revit 2020: Software utilizado para a elaboração da modelagem e dimensionamento do projeto arquitetônico;
- Eberick 2020: Software utilizado para a elaboração da modelagem e dimensionamento do projeto estrutural;
- Qibuilder 2020: Software utilizado para a elaboração da modelagem e dimensionamento do projeto elétrico e hidrossanitário.
- DDSCAD Viwer: Software utilizado para a análise de conflitos na compatibilização de projetos;

Todos os projetos foram elaborados em LOD 300 de desenvolvimento, conforme classificação da AIA, sendo que as alterações realizadas em obra, as built, não foram

consideradas neste estudo, tratando apenas os projetos CAD 2D lançados nas etapas de planejamento da edificação.

3.3.2 Compatibilização BIM

A compatibilização dos projetos neste modelo de trabalho, foi realizada de forma automatizada, utilizando o software DDSCAD Viewer, que possui a proposta de sobrepor as instalações ao projeto arquitetônico e posteriormente verificando pontos que elementos se sobrepõem, nesta metodologia de análise, são gerados relatórios automáticos de conflitos.

Este processo é similar ao da metodologia CAD, no entanto ao invés da análise ser realizada pelo projetista, é possível utilizar software de apoio que realizam a leitura da edificação.

3.3.3 Quantitativos BIM

Os quantitativos foram elaborados de forma integral através do modelo BIM utilizando como apoio planilhas de Excel automatizadas com o intuito de promover maior confiabilidade e assertividade nos materiais quantificados sem perder planilhas de cálculos já utilizada antes para o desenvolvimento de orçamentos de projetos CAD 2D.

3.4 Orçamento da Edificação

O orçamento dos projetos elaborados através das duas metodologias CAD/BIM foram realizada através do Sistema Nacional de Pesquisas de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) utilizando o banco de dados de dezembro de 2018, mesmo período que o projeto foi executado, onde buscou-se todos materiais de cada projeto, separando ainda os quantitativos de cada disciplina desenvolvida.

O intuito deste estudo foi analisar o impacto que ambas tecnologias proporcionam ao custo real da obra, não apenas de forma global, mas também por disciplinas de projeto, sendo que para fins de estudo, os dados referentes a serviços de administração, desenvolvimento de projeto e mão de obra não foram levados em consideração nas avaliações.

3.4.1 Orçamento CAD

A organização de dados de orçamento foi realizada através das planilhas de excel desenvolvidas na etapa de quantificação, onde foram orçados os materiais necessários para a execução da obra por busca dos nomes dos materiais junto à tabela de insumos SINAPI, por exemplo, para localizar o custo de uma barra de aço CA-50 10 mm², foi necessário realizar uma pesquisa relacionada às características do material.

3.4.2 Orçamento BIM

A organização de dados de orçamento foi realizada através das planilhas de excel desenvolvidas na etapa de quantificação, onde foram orçados os materiais necessários para a execução da obra por meio dos dados já cadastrados na ferramenta BIM, os quais possuíam informações de suas características construtivas, assim como, seu respectivo código SINAPI, por exemplo, para localizar o custo de uma barra de aço CA-50 10 mm², a busca foi realizada através do seu respectivo código.

3.5.1 Orçamento Real

O orçamento real da obra foi obtido através do levantamento dos quantitativos de materiais e registros de notas de compra, onde foram analisado todo o material adquirido no decorrer da execução, contemplando quantitativos de insumos, e materiais de apoio.

Devido a grande quantidade de insumos que a obra apresenta, optou-se por utilizar como ferramenta de análise a curva ABC, a qual visa separar os materiais mais relevantes em questão de custo final da obra, sendo estes os materiais analisados nos projetos desenvolvidos (MATTOS, 2010). Diante das ferramentas de apoio utilizadas neste trabalho, AutoCAD, Revit, Eberick, Qibuilder e Excel, considerando ainda o projeto em fase executiva, tomou-se como referência o Instituto Brasileiro de Auditoria de Obras Públicas (IBR 004/2012) o qual orienta para fins de orçamento de obra, uma precisão mínima de 95%, feito assim através do gráfico a separação de materiais de maior e menor custo como, parafusos, colas, lixas, etc..., os quais são de difícil leitura tanto nas plantas CAD quanto no modelo BIM.

O intuito deste levantamento foi obter uma base para os comparativos de tempo e precisão entre as metodologias estudadas, possibilitando analisar perdas e ou excessos de materiais adquiridos através do projeto elaborado em CAD 2D inicial e seu planejamento simplificado proveniente dos trabalhos manuais.

3.6 Implantação CAD e BIM

Foi realizado um estudo de mercado em relação ao preço cobrado para o desenvolvimento de projetos similares na região. Esta pesquisa consistiu em realizar três orçamentos em diferentes escritórios localizados na região da obra, separando todas disciplinas envolvidas na edificação em questão.

Além disso, foram solicitados dois orçamentos para a compra de softwares para o desenvolvimento de projetos em ambas metodologias. Com isso, foi possível comparar o custo do software, em relação a sua eficiência, e seu respectivo impacto monetário em relação ao valor cobrado de projeto.

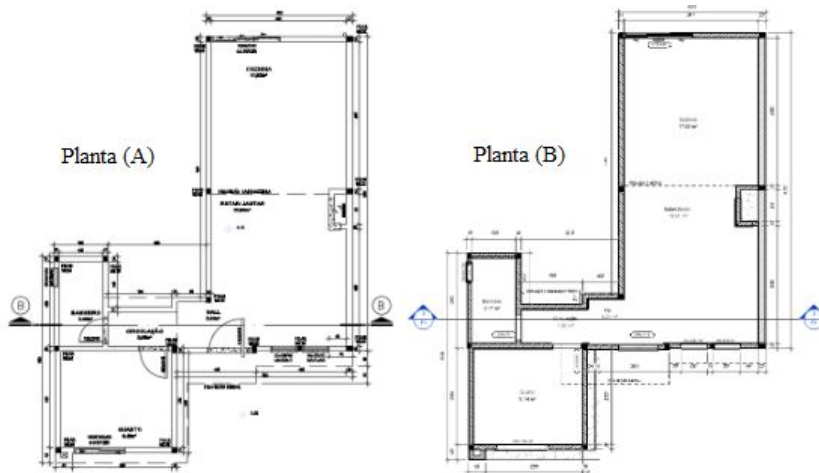
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Considerações de Projeto

4.1.1 Projeto Arquitetônico

Em ambas metodologias foi possível obter resultados gráficos semelhantes como pode ser visto na Figura 29, referente a planta baixa, isto também ocorreu em cortes e detalhamentos dos desenhos. Contudo, o projeto desenvolvido em BIM necessitou de mais horas de trabalho até obter os mesmos resultados da metodologia CAD, visto que para isso, foi necessário desenvolver todo o modelo da construção para posteriormente extrair dados como, cortes, plantas e demais informações pertinentes ao projeto.

Figura 29: Comparativo entre planta baixa CAD (A) e BIM (B).



Fonte: do autor.

4.1.2 Projeto Estrutural

Diversos problemas foram encontrados neste projeto devido a falta de informação que havia nas plantas originais, principalmente na parte de dimensionamento. Contudo, foram desenvolvidos seguindo as especificações mínimas exigidas pela NBR 6118/2014 e NBR 6118/2003, o qual baseia-se o *Software* Eberick V8. Apesar da utilização da norma obsoleta na metodologia CAD, foram utilizados os mesmos critérios em ambos dimensionamento, dessa forma foi possível obter os quantitativos de materiais para as demais análises.

O tempo de desenvolvimento e os resultados gráficos em ambas as plataformas não se alteraram, dessa forma, o tempo para a finalização do projeto em ambas plataformas não foi contabilizado, visto que as duas exigem ferramentas específicas para cálculos e dimensionamento, e não apenas a habilidade do projetista, resultando assim em um comparativo de agilidade entre as ferramenta utilizadas, do que tempo de desenvolvimento de projeto em si, não se enquadrando na proposta deste estudo.

4.1.3 Projetos de Instalações

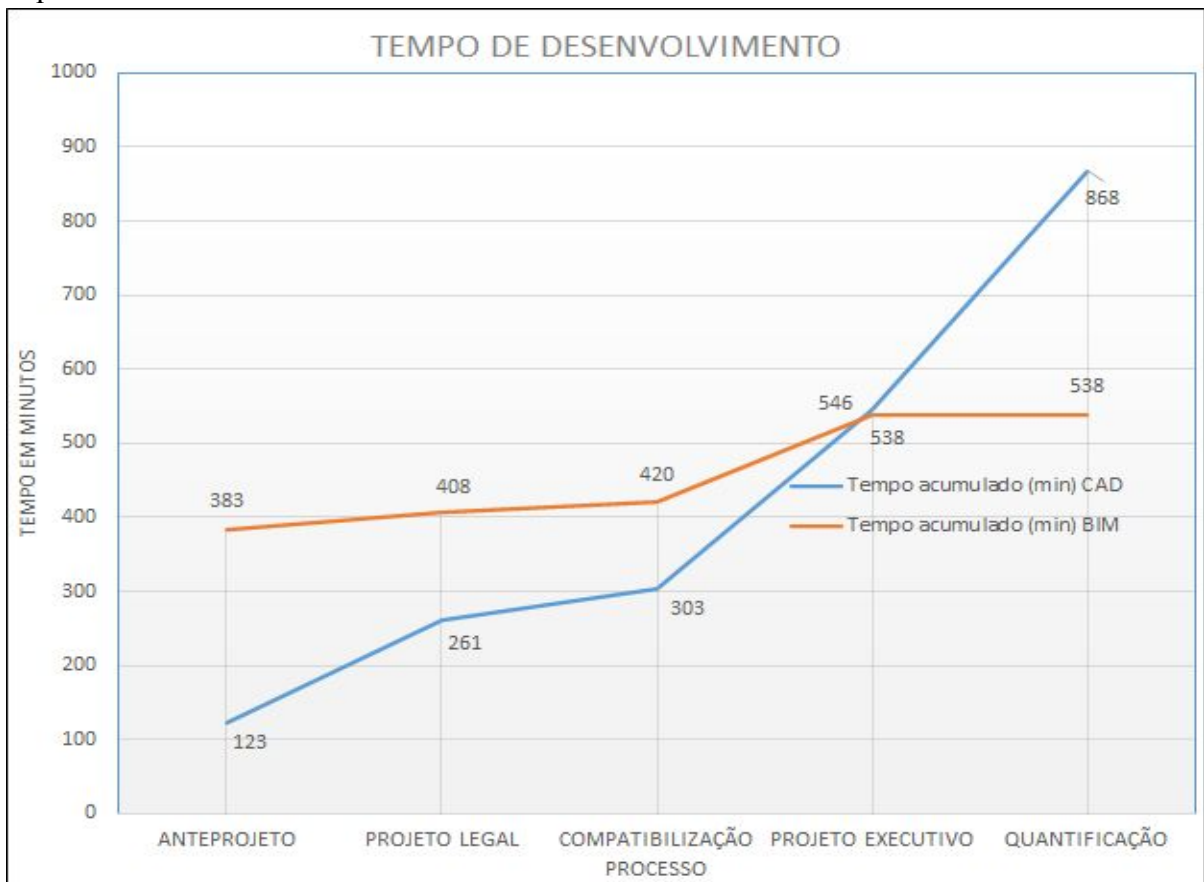
Os resultados gráficos em ambas plataformas foram os mesmos. Visto ainda que não se teve alteração de tempo em relação ao desenvolvimento dos projetos. Assim como o projeto estrutural o tempo para a finalização do projeto em ambas plataformas não foi contabilizado, visto que ambas exigem ferramentas específicas para cálculos e dimensionamento, e não apenas a habilidade do projetista, resultando assim em um comparativo de agilidade entre as ferramenta utilizadas, do que tempo de desenvolvimento de projeto em si, não se enquadrando na proposto deste estudo.

4.2. 1ª Análise do Projeto

4.2.1 Tempo de Desenvolvimento

Conforme pode ser visto nas considerações de projeto, o processo de desenvolvimento do projeto arquitetônicos teve uma diferença de tempo de trabalho entre as metodologias adotadas, sendo assim, para esta análise, os dados coletados neste processo foram registrados e separados por etapas de desenvolvimento conforme pode ser visto na Figura 30.

Figura 30: Comparativo entre CAD e BIM no tempo de desenvolvimento do projeto arquitetônico.



Fonte: do autor.

De acordo com a Figura 30, foi possível verificar que o tempo de modelagem no sistema CAD torna-se crescente no decorrer dos processos. Diferente do processo BIM, onde as etapas iniciais de desenvolvimento exigem que seja elaborado todo o projeto para posteriormente extrair plantas, cortes e dados do modelo, tendo pouca alteração de tempo para o desenvolvimento destas etapas, dessa forma o tempo de projeto tornou-se maior nos processos iniciais em relação ao modelo tradicional CAD. Notou-se então, que o BIM exige uma atenção maior para o lançamento inicial por se tratar de um método unificado, onde o modelo desenvolvido torna-se base para o desenvolvimento e extração de dados das demais etapas, diferente do modelo CAD, o qual trabalha de forma sequencial e independente entre os desenhos, possibilitando apenas o desenvolvimento da parte desejada na etapa, seja planta baixa, corte, fachada ou detalhamentos.

De forma geral, foi possível obter uma diferença de tempo no desenvolvimento do projeto arquitetônico de aproximadamente 38% entre as duas metodologias utilizadas,

considerando a metodologia BIM mais ágil. Vale ressaltar que esta diferença se destaca na etapa de quantificação, onde a metodologia CAD exige maior tempo do projetista devido ao levantamento manual de dados, diferente do BIM que permite a extração destes dados automaticamente.

Outro ponto a se considerar foi o tempo gasto para a criação de cortes, fachadas e detalhamentos através do BIM, onde foram praticamente nulos em relação ao CAD, visto que também dependem apenas do modelo BIM desenvolvido na etapa inicial para a geração.

Para facilitar o entendimento de cada etapa, foram reunidos todas considerações obtidas no Quadro 3.

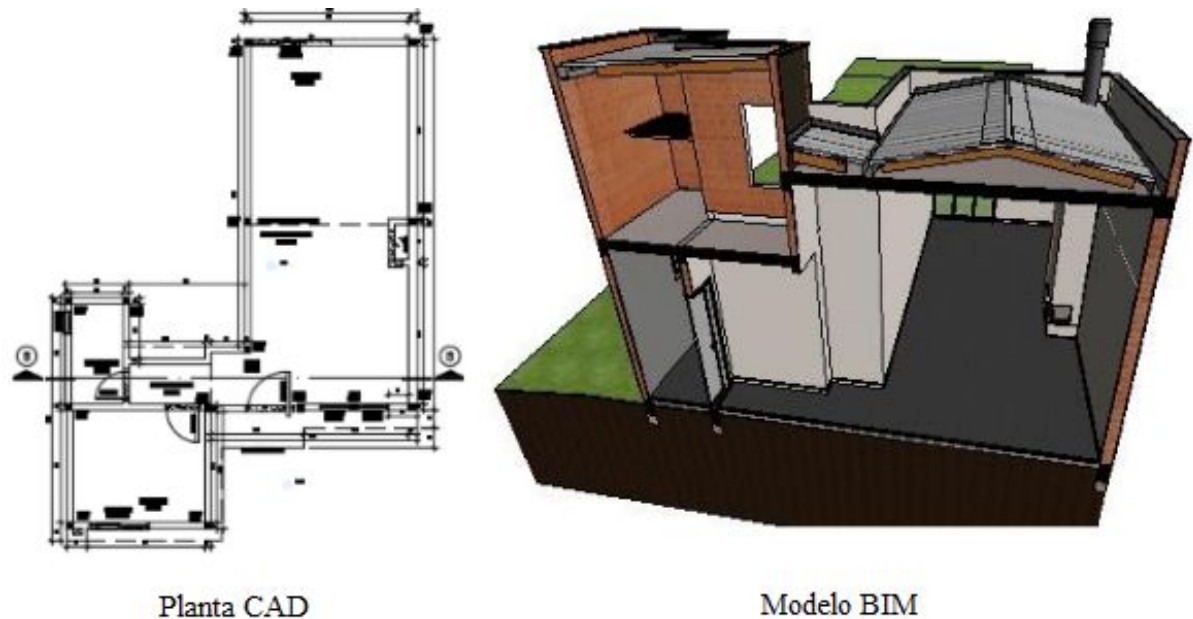
Quadro 3: Considerações entre as metodologias no processo de desenvolvimento do projeto.

PROCESSO	CAD	BIM
ANTEPROJETO	Desenvolvimento em 2D de plantas relevante apenas a etapa.	Desenvolvimento em 2D e automaticamente 3D de toda edificação em um modelo com informações relevantes e irrelevantes a etapa; Geração de plantas a partir do modelo criado.
PROJETO LEGAL	Utilização dos desenhos desenvolvidos no anteprojeto com inserção de dados pertinentes a etapa; Desenvolvimento de novos desenhos complementares com base no anteprojeto.	Extração automática de dados e plantas através do modelo desenvolvido no anteprojeto, e inserção de informações pertinentes a etapa.
PROJETO EXECUTIVO	Inserção de dados específicos aos desenhos, detalhamento manual, criação e utilização de cortes e fachadas com base nas etapas anteriores.	Inserção de dados específicos ao modelo; Detalhamento automático, geração de cortes e fachadas automáticos com base no modelo desenvolvido.

Fonte: do autor.

A Figura 31 representa parte do material desenvolvido na etapa de anteprojeto, os quais seguiram como base para o desenvolvimento do projeto legal, executivo, compatibilização e por fim a quantificação. Como explicado no Quadro 3, a planta desenvolvida na metodologia CAD e o modelo desenvolvido na metodologia BIM possuem grande diferença em relação a dados iniciais e representação gráfica. Apesar do projeto BIM ser desenvolvido em 2D como na metodologia CAD, ele possui recurso de visualização 3D aumentando a assertividade de projeto para as demais etapas. Vale lembrar que a metodologia CAD permite também a representação gráfica em 3D, no entanto exige que esta seja feita manualmente após o desenvolvimento dos projetos.

Figura 31: Comparativo do processo inicial CAD e BIM.



Fonte: do autor.

Para obter os dados apresentados nesta análise, foi de suma importância o conhecimento e habilidade inicial em ambas metodologias, reduzindo assim diferenças de tempo devido a falta de experiência. Além disso, ambas metodologias possuíam pré-configurações semelhantes, blocos, e modelos como janelas, portas, textos, linhas e padrões de desenhos.

Quanto a qualidade dos projetos, em relação a graficação, e detalhamento, ambas plataformas possibilitam trabalhos similares, visto que este parâmetro varia muito do projetista e não da metodologia utilizada. Desta forma, este comparativo não foi realizado neste trabalho.

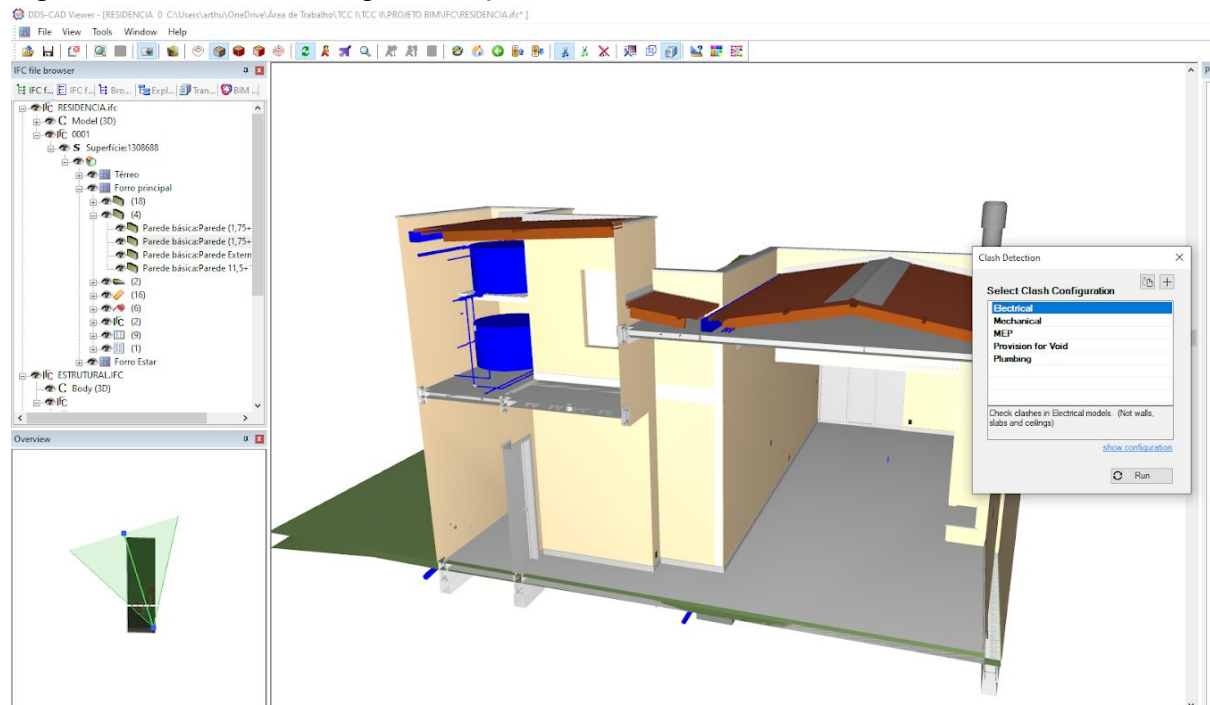
4.3. 2ª Análise Comparativa

4.3.1 Compatibilização

O processo de compatibilização para uma edificação de pequeno porte como a estudada é realizado da mesma forma como em grandes projetos, no entanto, notou-se que a quantidade de disciplinas presentes são menores e menos complexas, aliadas ainda ao fato que são comumente desenvolvidas pelo mesmo projetista durante todo seu processo, levando a

Já na análise de conflitos apresentadas na Figura 33 referente a metodologia BIM, é realizada através de softwares de apoio, o qual possui a ferramenta de *check detection*, facilitando a obtenção dos resultados com mais facilidade e confiabilidade.

Figura 33: Processo de compatibilização BIM.



Fonte: do autor.

De forma geral, a principal diferença entre elas foi a maneira de analisar, uma vez que na metodologia CAD este processo é manual e na metodologia BIM é automatizada. Outro ponto que deve ser lembrado, e não esteve presente no modelo estudado, é a exigência de alguma alteração arquitetônica devido a algum erro nesse processo, tal obstáculo pode ocasionar alterações significativas no tempo de trabalho, visto que no CAD deve ser avaliado todos os desenhos criados, e alterado manualmente um a um, diferente do BIM que apesar de exigir a alteração no modelo, todos os desenhos vinculados a ele são alterados automaticamente.

4.4. 3ª Análise Comparativa

4.4.1 Quantificação de Insumos

O processo de quantificação exigiu grande parte do tempo durante o processo de desenvolvimento, sendo responsável por aproximadamente 37% do tempo total de projeto. Com isso algumas considerações encontradas durante esta etapa foram dispostas no Quadro 8.

Quadro 8: Considerações no processo de quantificação.

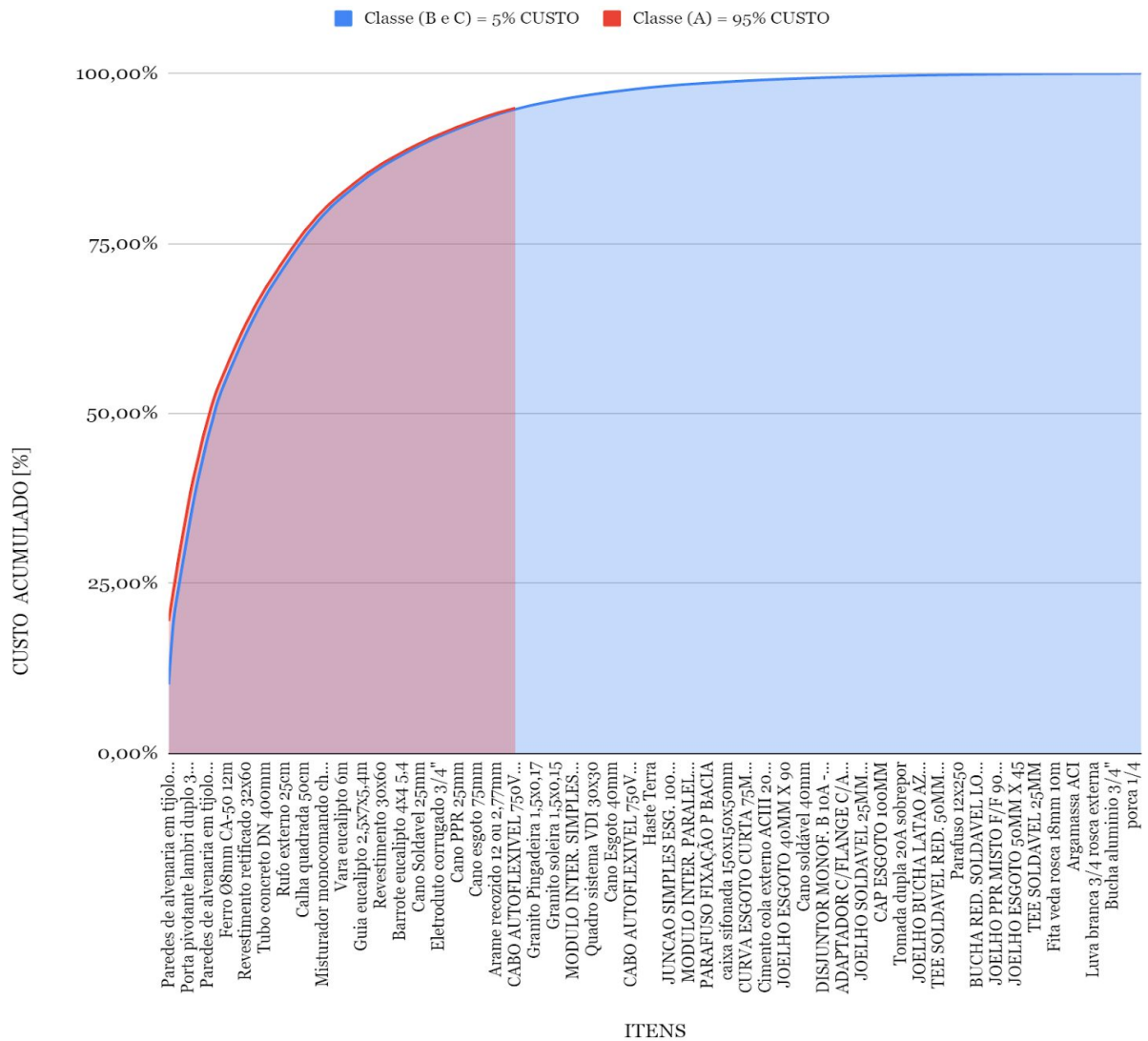
QUANTIFICAÇÃO	Medições manuais de insumos através dos materiais desenvolvidos nas etapas anteriores. Exige maior experiencia do projetista; Maior tempo de trabalho; Propicia a erros humanos em relação a leitura das plantas.	Medições automáticas de insumos através do modelo desenvolvido nas etapas anteriores; Exige menos experiencia visto que os dados são automáticos; Menor tempo de trabalho; Propicia a erros caso o modelo inicial seja desenvolvido de forma precária.
----------------------	---	--

Fonte: do autor.

Durante o estudo, notou-se que a extração de quantitativos automática é possível também em algumas ferramentas CAD, principalmente em softwares de instalações e dimensionamento, no entanto, exige que seja feita diretamente no software de desenvolvimento do projeto. Já a metodologia BIM, possibilita exportar todos os projetos e unificá-los em um só software que faz a leitura dos elementos, visto que essas informações são agregadas a eles. Os materiais obtidos neste processo encontram-se no Apêndice 1 deste trabalho.

Após a quantificação dos materiais, desenvolveu-se a curva ABC dos materiais consumidos na obra, conforme Figura 34, a qual possibilitou separar materiais de menor valor financeiro e isso teve grande importância em relação a etapa de quantificação, visto a quantidade elevada de materiais encontrados, com isso, foi possível focar apenas nos materiais com maior impacto financeiro para a obra.

Figura 34: Curva ABC dos materiais utilizados na obra.



Fonte: do Autor (2020).

Para facilitar o entendimento das comparações realizadas, foram reunidos todos os dados obtidos no Quadro 9, categorizando os materiais avaliados em unidade de medida. Este processo possibilitou verificar quais unidades obtiveram maiores assertividade em relação ao utilizado na obra real.

Quadro 9: Precisão entre diferentes unidades de medida.

Categoria	[%] Precisão média CAD	[%] Precisão média BIM
KG	112,33%	88,57%
L	89,68%	91,53%

Continuação Quadro 9		
M	87,02%	98,49%
M2	90,43%	96,49%
M3	95,51%	84,87%
UN	107,24%	99,09%

Fonte: do autor.

Nesta etapa constatou-se uma diferença maior em duas unidades de medida, kg e m³. Para entender melhor qual o motivo da diferença entre os quantitativos obtidos, buscou-se verificar quais os materiais relacionados em cada categoria e assim relacionar ao projeto executado, estes materiais foram organizados nos Quadros 10 e 11.

Quadro 10: Materiais quantificados em kg.

Material	[%] precisão CAD	[%] precisão BIM
Ferro Ø10mm CA-50 12m	142,86%	53,85%
Ferro Ø8mm CA-50 12m	125,00%	72,26%
Argamassa multiuso 3 em 1 ACII 20KG	92,71%	115,99%
Ferro Ø5mm CA-60 12m	130,00%	67,29%
Ferro Ø4.2mm CA-60 12m	108,10%	99,17%

Fonte: do autor.

Analisando os materiais no Quadro 10, foi possível identificar que os materiais envolvidos nesta categoria foram basicamente do sistema estrutural. Com isso três hipóteses foram levantadas sendo elas elas:

- Como o projeto real foi executado através dos quantitativos levantados em CAD, os materiais adquiridos foram todos utilizados aumentando o consumo final destes;
- Como a edificação possuía um projeto estrutural básico, os elementos estruturais foram superdimensionados;
- Os materiais foram utilizados de forma inadequada, obtendo maior perda, conflitando com as perdas estimadas de projeto.

Notou-se também que o levantamento de materiais em CAD ultrapassam a quantidade de materiais utilizada na obra, apresentando uma menor precisão e consequentemente maior desperdício de materiais para a execução.

Quadro 11: Materiais quantificados em m³.

Material	[%] precisão CAD	[%] precisão BIM
Concreto usinado 20 mPA	130,95%	117,14%
Lastro de Brita nº1	60,07%	52,60%

Fonte: do autor.

Em relação ao material categorizados pela unidade em m³, apresentados no Quadro 11, foram verificados basicamente dois elementos sendo eles o concreto e brita. Com isso duas hipóteses foram levantadas:

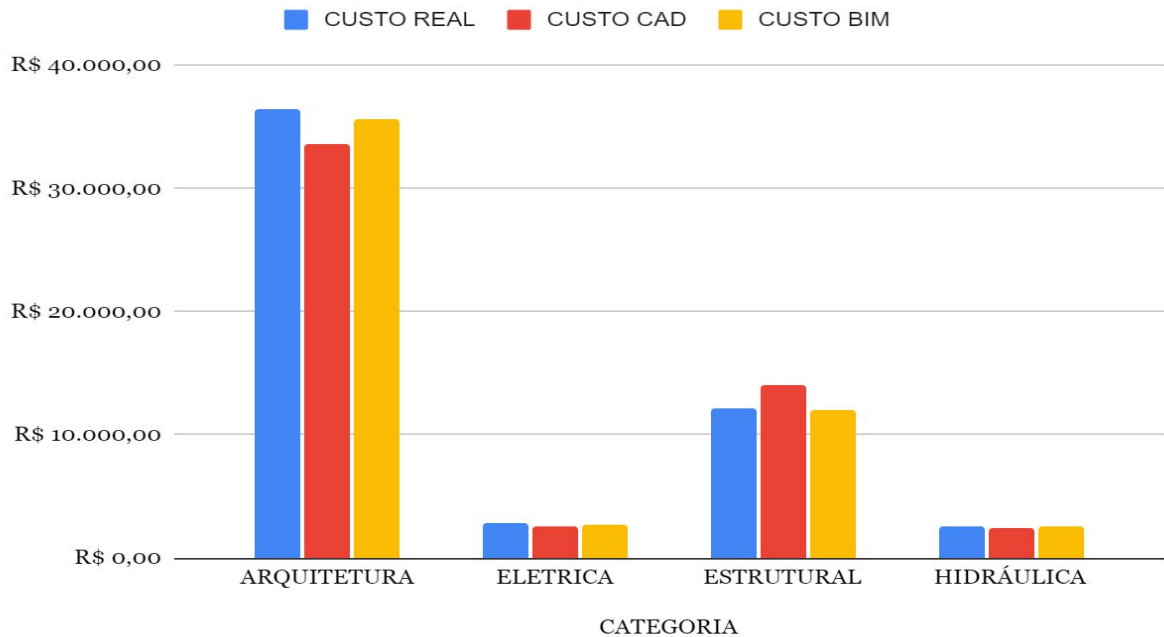
- A execução não seguiu as especificações mínimas de projeto, utilizando menor quantidade de materiais na estrutura;
- Os coeficientes de desperdícios utilizados na quantificação destes materiais foram maiores que a realidade;

4.5. 4ª Análise Comparativa

4.5.1 Orçamento

O orçamento de materiais é o ponto mais relevante para o projeto, visto que é a etapa que mais importa para o proprietário da obra e para a viabilidade da execução do projeto. Os valores obtidos neste estudo foram graficados e separados por disciplinas de projeto conforme Figura 35, isso possibilitou verificar em quais disciplinas cada metodologia apresentou maior eficiência.

Figura 35: Custo obtido por categorias.



Fonte: do autor.

Como pode ser visto na Figura 33, as maiores diferenças foram encontradas nos projetos arquitetônico e estrutural. O Quadro 12 apresenta a precisão na quantificação dos materiais e o impacto financeiro obtido no orçamento em relação ao custo real da obra. Com isso estes dados foram reunidos no Quadro 13, onde foi verificado a precisão do orçamento em relação ao custo real entre as diferentes disciplinas de projeto desenvolvidas neste estudo.

Quadro 12: Precisão entre as diferentes disciplinas.

DISCIPLINA	PREÇO TOTAL REAL	PREÇO TOTAL CAD	PREÇO TOTAL BIM
ARQUITETURA	R\$ 36.366,10	R\$ 33.558,05	R\$ 35.613,08
ESTRUTURAL	R\$ 12.119,35	R\$ 14.015,84	R\$ 11.946,29
ELÉTRICA	R\$ 2.782,78	R\$ 2.636,69	R\$ 2.746,88
HIDRÁULICA	R\$ 2.606,81	R\$ 2.443,68	R\$ 2.563,05
MATERIAL AUXILIAR	R\$ 3.551,55	R\$ 3.551,55	R\$ 3.551,55

Fonte: do autor.

A categoria de materiais auxiliares reuniram insumos como, escoras, formas, lixas e demais elementos que foram utilizados apenas processo de execução, e não diretamente a materiais da construção como os demais, desta forma, os comparativos entre eles foram desconsiderados nas análises posteriores.

Quadro 13: Precisão entre orçamento estudado e o orçamento real .

DISCIPLINA	ORÇAMENTO CAD	ORÇAMENTO BIM
ARQUITETURA	92,28%	97,93%
ESTRUTURAL	115,65%	98,57%
ELÉTRICA	94,75%	98,71%
HIDRÁULICA	93,74%	98,32%

Fonte: do autor.

Analisando individualmente cada disciplina do Quadro 12 e 13, a metodologia BIM obteve os resultados mais próximos ao real, onde foi possível obter uma precisão 3,96% maior que na metodologia CAD no projeto elétrico, 4,58% no projeto hidráulico e 5,65% no projeto arquitetônico. Já no projeto estrutural, obteve-se uma diferença de 17,08% em relação ao CAD, o qual o orçamento ultrapassou cerca de 15,65% ao que realmente foi necessário para a execução.

O custo final dos materiais foram reunidos no Quadro 14, onde considerou-se os quantitativos CAD referentes ao projeto estrutural como 100%, e seus 15,65% que excederem o necessário, como desperdício.

Quadro 14: Comparativo de custo final.

[%] MATERIAIS ANALISADOS	PREÇO TOTAL REAL[R\$]	PREÇO TOTAL CAD [R\$]	PREÇO TOTAL BIM [R\$]
95%	R\$ 57.426,58	R\$ 54.309,32	R\$ 56.4420,84

Fonte: do autor.

De forma geral, ambas metodologias apresentaram bons resultados, muito próximo aos valores obtidos no custo total da obra, chegando a 98,25% na metodologia BIM e 94,57% na metodologia CAD. Vale lembrar ainda que na metodologia CAD, obteve-se um valor superior ao necessário nos materiais do projeto estrutural, valor o qual não foi contabilizado

no Quadro 14, sendo este equivalente a R\$ 1.896,49 (um mil, oitocentos e noventa e seis reais com quarenta e nove centavos) o qual foi dado como desperdícios para a obra.

4.6 5ª Análise Comparativa

4.6.1 Custo de Implantação

Um dos fatores mais importantes para a migração entre as metodologias é o custo de investimento. Notou-se que os softwares que trabalham em modelos CAD, possuem menor exigência em relação aos hardwares dos computadores, funcionando de forma satisfatória e compatível com diversos programas de apoio. Diferente do CAD, softwares de modelagem BIM exigem máquinas mais robustas, com processamentos dedicados para até mesmo o mínimo funcionamento, aumentando assim o custo para o usuário.

Em relação ao custo dos softwares, pesquisou-se o valor de aquisição da licenças anuais de alguns mais conhecidos do mercado, sendo a eles da Autodesk AutoCAD e ZWSOFT ZWCAD como ferramentas CAD, e Autodesk Revit e Graphisoft ArchCAD como ferramentas BIM, obtendo os valores apresentados no Quadro 4 abaixo.

Quadro 4: Valores de licenças dos softwares.

ITEM	PLATAFORMA	SOFTWARE	VALOR LICENÇA ANUAL	FONTE VALOR
A	CAD	AUTOCAD	R\$ 1.595,00	Autodesk (2020)
B	CAD	ZWCAD	R\$ 1.810,81	TotalCAD (2020)
C	BIM	REVIT	R\$ 8.927,00	Autodesk (2020)
D	BIM	ARCHCAD	R\$ 6.300,00	Graphisoft (2020)

Fonte: do autor.

Buscando avaliar o menor custo de implantação, utilizou-se como referência os softwares do Item A e D do Quadro 4, através destes foi realizado o comparativo de custo do software em relação ao tempo de desenvolvimento de projeto para o modelo estudado. O custo mensal para aquisição de um software da metodologia CAD é de R\$ 132,91 (cento e trinta e dois reais com noventa e um centavos), e para a metodologia BIM o custo fica em R\$ 525,00 (quinhentos e vinte e cinco reais). Nota-se que o custo de uma ferramenta BIM é

295% maior que uma ferramenta CAD, no entanto, considerando a eficiência de 38% obtida nestes estudo, para o desenvolvimento do projeto, realizou-se uma pesquisa local com 4 profissionais da área de projetos na cidade de Lajeado/RS, visando encontrar um valor médio de mercado para projetos similares, com isso pode-se avaliar se a eficiência obtida compensaria em relação ao valor aplicado a projetos na região. Os valores médios encontrados na pesquisa estão reunindo no Quadro 5.

Quadro 5: Valores de projetos para diferentes disciplinas.

Disciplina	Valor médio de Projeto (R\$/m²)
Arquitetônico	R\$ 22,00
Estrutural	R\$ 8,50
Hidrossanitário	R\$ 1,80
Elétrico	R\$ 2,00

Fonte: do autor.

Conforme mencionado na análise dos projetos, o estudo de tempo de desenvolvimento foi possível apenas no projeto arquitetônico, sendo assim, o custo utilizado nesta análise foi apenas para o desenvolvimento deste. Sendo assim, o valor médio de um projeto arquitetônico neste padrão, ficou em aproximadamente R\$1.321,54 (mil trezentos e vinte um reais com cinquenta e quatro centavos).

O Quadro 6 apresenta uma relação entre o custo total do projeto e o tempo estimado de desenvolvimento através das duas plataformas. Com isso obteve-se um valor de hora/projeto para ambas.

Quadro 6: Custo de projeto em horas.

Metodologia	Valor R\$/h de Projeto
CAD	R\$ 1,52
BIM	R\$ 2,46

Fonte: do autor.

Avaliando os resultados obtidos, apesar do maior custo de implantação de uma ferramenta BIM, ainda assim seria possível ter um lucro de R\$ 110,10 (cento e dez reais com dez centavos) no modelo estudado, visto sua eficiência em relação ao CAD.

Vale ressaltar que estes resultados foram referentes aos valores aqui aplicados, e podem ter mudanças significativas dependendo dos valores cobrados por projetos em cada região, visto que os custos operacionais e a demanda de projeto são fatores que podem facilmente aumentar ou reduzir estes, desta forma, deve-se avaliar cada cenário de forma individual.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como pode ser visto no decorrer deste estudo, ambas tecnologias possuem pontos positivos e negativos no gerenciamento de um projeto deste porte, sendo assim, as conclusões encontradas foram reunidos no Quadro 15.

Quadro 15: Comparativo entre as metodologias.

PROCESSO	METODOLOGIA CAD	METODOLOGIA BIM
Desenvolvimento	<ul style="list-style-type: none"> -Menor consumo de horas em relação desenhos e detalhamentos essenciais a etapa do projeto. -Em projetos complementares exige softwares de apoio para o desenvolvimento. 	<ul style="list-style-type: none"> -Maior consumo de horas devido a necessidade de desenvolver toda edificação de forma detalhada, mesmo a partes irrelevantes para a etapa. -Em projetos complementares exige softwares de apoio para o desenvolvimento, porém possibilita a representação 3D automática, aumentando a precisão do projeto.
Compatibilização	<ul style="list-style-type: none"> -Compatibilização de forma manual, exige maior tempo e experiência do projetista. 	<ul style="list-style-type: none"> -Compatibilização automatizada, possibilita criar regras de análise, exigindo menos experiência, e menos tempo do projetista para a análise.
Quantitativos	<ul style="list-style-type: none"> -Levantamento de quantitativos manual; -Exige tempo e experiência do projetista para realizar a leitura dos projetos. -Possibilita levantamento automáticos em projetos complementares, desde que seja no próprio software de desenvolvimento. 	<ul style="list-style-type: none"> -Levantamento de quantitativos automático; -Exige menos tempo e experiência do projetista; -Possibilita a exportação do projeto para softwares de apoio para tal fim; -A edificação deve ser desenvolvida de forma completa e detalhada para uma extração de dados confiável e eficaz.
Orçamento	<ul style="list-style-type: none"> -Orçamento de materiais manual; -Exige que o projetista utilize planilhas de apoio para o desenvolvimento; -Tempo de trabalho maior. 	<ul style="list-style-type: none"> -Orçamento de materiais automático; -Valores de materiais podem ser agregados às informações dos elementos, possibilitando uma extração de dados através de softwares para tal fim. -Tempo de trabalho menor.

Continuação Quadro 15		
Custo de Implantação	-Custo reduzido de investimento; -Necessita de treinamento básico para utilização.	-Custo elevado de investimento; -Necessita treinamento para utilização, englobando tanto o básico de CAD como aperfeiçoamento em BIM.

Fonte: do autor.

Em relação a análise orçamentária da edificação, ambas metodologias tiveram aspectos satisfatórios em relação ao custo final de materiais, porém a metodologia BIM possibilitou obter uma aumento de 3,68% na precisão da quantificação de materiais dos projetos, confirmando a idéia de Marko (2019), o que influencia diretamente no custo final da obra, proporcionando maior assertividade e confiança no projeto e menor desperdício de materiais devido a quantidades excessivas no canteiro, o que induz ao consumo exagerado .

Quanto a implantação, foi possível concluir que o custo de uma ferramenta BIM é de aproximadamente 3 vezes maior que ferramentas CAD 2D tradicionalmente utilizada. Visto ainda que a metodologia BIM exige tanto treinamento e conhecimento em CAD como um aperfeiçoamento em BIM para o desenvolvimento de projetos. Em contrapartida, é possível obter uma eficiência considerável no gerenciamento de projetos, em relação a metodologia CAD, sendo que este fato ocorre principalmente no levantamento de quantitativos e extração de dados, circunstância que pode inviabilizar a utilização da metodologia caso tal etapa não esteja no escopo do projeto.

Este estudo permitiu concluir que ferramentas BIM auxiliam o projetista em grande parte das etapas de planejamento e avaliação de projeto, mesmo em obras de pequeno porte como a estudada, favorecendo diretamente aos consumo de materiais, reduzindo os desperdícios e aumentando a economia para a obra. No entanto, antes da implantação de ferramentas BIM em escritórios de projeto, deve-se verificar qual a demanda e qual o intuito de migrar para essa metodologia, visto que em certos pontos o BIM exige maior tempo comparado com o CAD, o que pode reduzir a agilidade no processo de desenvolvimento e consequentemente aumentar o custo dos projetos.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13531**: Elaboração de projetos de edificações - Atividades Técnicas. Rio de Janeiro 1995.

_____. **NBR 15575-1**: Edificações Habitacionais — Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro 2013.

_____. **NBR 14645-1**: Elaboração do “como construído” (as built) para edificações Parte 1: Levantamento planimétrico e cadastral de imóvel urbanizado com área até 25000m², para fins de estudo, projetos e edificação - Procedimento. Rio de Janeiro 2000.

ANDRADE, Mariana.; CUNHA, Maria. **O que é e como se faz o orçamento de um projeto?**. Disponível em: <<https://pmkb.com.br/artigos/o-que-e-e-como-se-faz-o-orcamento-de-um-projeto/>>. Acessado em 28 de mai. 2020.

BENFICA, Sandra.; COSTA, Carlos.; FOGLI, Matheus.; FRIPPAHL, Miguel.; LISBOA, Gian Felipe.; MACIEL, Alex Roda.; MANZIONE, Leonardo.; MARCELLINI, Laura.; MOREIRA, Oneda Luana.; OLIVEIRA, David Paulo.; SALGADO, Mônica Santos.; SCHEER, Moreira Sergio.; SILVA, Camerini Rogério. **Processo de Projeto BIM**. Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial. – Brasília, DF: ABDI, 2017.

BOSZCZOWSKI, Felipe. **Aplicação do BIM 4D no planejamento de obras de estruturas metálicas**. Trabalho de Conclusão de curso de Engenharia Civil. Universidade Positivo. Curitiba-PR, 2015.

COMARELLA, Cristhian Waldir.; FERREIRA, Éric Vinicius.; SILVA, Rafael. **Níveis de desenvolvimento BIM de guias Nacionais e Internacionais - Estudo de Caso**. Trabalho de Graduação em Engenharia Civil, Universidade Positivo. Curitiba - PR, 2016.

DIAS, Fernanda. AutoCAD: **O que é e qual a importância desse software?**. Disponível em: <<https://www.voitto.com.br/blog/artigo/autocad>>. Acessado em 20 de mai. 2020.

EASTMAN, Chuck et al. **Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores.** Bookman Editora, 2014.

FENATO, T. M.; SAFFARO, F. A.; BARISON, M. B.; HEINECK, L. F. M.; SCHEER, S. **Método para elaboração de orçamento operacional utilizando um software de autoria BIM.** Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 18, n. 4, p. 279-299, out./dez. 2018.

GARIBALDI, Bárbara. **Do 3D ao 7D – Entenda todas as dimensões do BIM.** Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/dimensoes-do-bim/>>. Acessado em 18 de mai. 2020.

GONÇALVES, Francisco. **Os processos de compatibilização de projetos na construção civil.** Disponível em : <<https://maisengenharia.altoqi.com.br/bim/os-processos-de-compatibilizacao-de-projetos-na-construcao-civil/>>. Acessado em 20 de mai. 2020.

HAMMED, Luciano. **BIM do 3D ao 7D.** Disponível em: <<https://hashtagbim.wordpress.com/2015/10/12/bim-do-3d-ao-7d/>>. Acesso em 15 de mai. 2020.

NAKMURA, Juliana. **As Built: O que é e para que serve?.** Disponível em: <<https://www.buildin.com.br/as-built/#:~:text=A%20import%C3%A2ncia%20do%20As%20Built&text=No%20entanto%2C%20%C3%A9%20natural%20que,realizadas%2C%20afetando%20o%20projeto%20inicial.&text=O%20As%20Built%20trata%20justamente,tamb%C3%A9m%2C%20durante%20o%20seu%20uso>>. Acessado em 12 de jun. 2020.

NUNES, G.H; LEÃO M. **Estudo comparativo de ferramentas de projeto entre o CAD tradicional e a modelagem BIM.** Revista de Engenharia 2018, No. 55, 47-61 Civil. Editores PEREIRA, Paulo Antônio; CRUZ. Mato Grosso, 2018.

PENNA, Fernanda. **Etapas de um projeto Arquitetônico.** Disponível em: <<http://www.ojornalzinho.com.br/2017/12/19/etapas-de-um-projeto-arquitetonico-penna-arquitetura-e-urbanismo/>>. Acessado em 12 de jun. 2020.

RIBEIRO, M. **A importância da tecnologia na construção civil.** Disponível em:<<https://maiscontroleerp.com.br/tecnologia-na-construcao-civil/>>. Acessado em: 01 de jun. 2020.

RIGONI, Rafael. **A importância do BIM e o detalhamento Estrutural em LOD 400.** Disponível em : <<https://www.e-zigurat.com/blog/pt-br/importancia-bim-detalhamento-estrutural-lod-400/>>. Acessado em 25 de mai. 2020.

SILVA, Carolina. **A Plataforma BIM aplicada no Planejamento de Obras.** Monografia de conclusão de curso de Engenharia Civil. Universidade de Brasília. Brasília-DF, 2017.

APÊNDICE 1 - LEVANTAMENTO DE QUANTITATIVOS

ITEM	QUANT. REAL	QUANT. CAD	QUANT. BIM	OBSERVAÇÃO	COD. SINAPI	DEF. CATÁLOGO	UND.	PREÇO TOTAL ESTIMADO [R\$]	PREÇO TOTAL CAD [R\$]	PREÇO TOTAL BIM [R\$]	PESO [%]	ACUM. [%]	CLASSE
1	211,40	149,60	213,56	Paredes de alvenaria em tijolo maciço 15cm	composição 72132	ALVENARIA EM TIJOLO CERAMICO MACICO 5X10X20CM 1 VEZ (ESPESURA 20CM), ASSENTADO COM ARGAMASSA TRACO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA)	M2	6.132,71	4.339,90	6.195,38	10,14%	10,14%	A
2	21,00	27,50	24,60	Concreto usinado 20 mPA	34492	CONCRETO USINADO BOMBEAVEL, CLASSE DE RESISTENCIA C20, COM BRITA 0 E 1. SLUMP = 100 +/- 20 MM, EXCLUI SERVIÇO DE BOMBEAMENTO (NBR 8953)	M3	5.641,44	7.387,60	6.608,54	9,32%	19,46%	A
3	52,02	32,40	45,85	Porcelanato 80x80	38195	PISO PORCELANATO, BORDA RETA, EXTRA, FORMATO MAIOR QUE 2025 CM2	M2	2.753,94	1.715,26	2.427,19	4,55%	24,01%	A
4	77,90	60,07	75,72	Laje pré-moldada (vigotas + tabelas)	3744	LAJE PRÉ-MOLDADA CONVENCIONAL (LAJOTAS + VIGOTAS) PARA PISO, UNIDIRECIONAL, SOBRECARGA DE 200 KG/M2, VAO ATÉ 4,50 M (SEM COLOCAÇÃO)	M2	2.582,39	1.991,32	2.510,12	4,27%	28,28%	A
5	1,00	1,00	1,00	Porta pivotante lambri duplo 3 fechaduras 115x270		Cotação	UN	2.517,35	2.517,35	2.517,35	4,16%	32,44%	A
6	1,00	1,00	1,00	Porta correr 3 folhas vidro laminado 3+3 200x210		Cotação	UN	2.394,15	2.394,15	2.394,15	3,96%	36,40%	A
7	2,00	2,00	2,00	Janela maxim vertical fecho punho vidro laminado 3x3 80x240		Cotação	UN	2.150,90	2.150,90	2.150,90	3,55%	39,95%	A
8	223,20	250,26	225,12	Reboco externo	composição 87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA MEDIA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_06/2014	M2	1.852,56	2.077,16	1.868,50	3,06%	43,01%	A
9	32,30	35,40	32,26	Paredes de alvenaria em tijolo maciço 20cm	composição 72131	ALVENARIA EM TIJOLO CERAMICO MACICO 5X10X20CM 1/2 VEZ (ESPESURA 10CM), ASSENTADO COM ARGAMASSA TRACO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA)	M2	1.843,04	2.019,92	1.840,76	3,05%	46,06%	A
10	193,80	208,20	194,50	Reboco interno	composição 87292	ARGAMASSA TRAÇO 1:2:8 (CIMENTO, CAL E AREIA MEDIA) PARA EMBOÇO/MASSA ÚNICA/ASSENTAMENTO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF_06/2014	M2	1.608,54	1.728,06	1.614,35	2,66%	48,72%	A
11	1,00	1,00	1,00	Janela de correr integrada 2 folhas vidro comum 4mm150x150		Cotação	UN	1.564,99	1.564,99	1.564,99	2,59%	51,30%	A
12	259,14	370,20	139,54	Ferro Ø10mm CA-50 12m	34	ACO CA-50, 10,0 MM, VERGALHAO	KG	1.243,87	1.776,96	669,79	2,06%	53,36%	A
13	189,60	237,00	137,00	Ferro Ø8mm CA-50 12m	33	ACO CA-50, 8,0 MM, VERGALHAO	KG	1.071,24	1.339,05	774,05	1,77%	55,13%	A
14	57,04	60,07	52,61	Telha ondulada fibrocimento 6mm 110x244	7194	TELHA DE FIBROCIMENTO ONDULADA E = 6 MM, DE 2,44 X 1,10 M (SEM AMIANTO)	M2	1.016,45	1.070,45	937,51	1,68%	56,81%	A
15	1,00	1,00	1,00	BACIA OP/ CAIXA ACOPLADA		Cotação	UN	1.000,80	1.000,80	1.000,80	1,65%	58,46%	A
16	329,40	329,40	329,40	Tabua eucalipto 2,5 x20x5,4m		Cotação	M	982,71	982,71	982,71	1,62%	60,09%	A
17	20,79	21,50	21,59	Revestimento retificado 32x60	10515	REVESTIMENTO EM CERAMICA ESMALTADA EXTRA, PEI MAIOR OU IGUAL 4, FORMATO MAIOR A 2025 CM2	M2	914,34	945,57	949,53	1,51%	61,60%	A
18	43,00	43,00	38,27	Pintura externa - Acrilico elastic (170ml/m²)	7356	TINTA ACRILICA PREMIUM, COR BRANCO FOSCO	L	903,00	903,00	803,67	1,49%	63,09%	A
19	39,60	31,27	33,07	Pintura interna - Acrilico acetinado	7356	TINTA ACRILICA PREMIUM, COR BRANCO FOSCO	L	831,60	656,59	694,37	1,37%	64,47%	A
20	324,00	324,00	324,00	Guia eucalipto 2,5 x12x5,4m	6194	TABUA DE MADEIRA NAO APARELHADA *2,5 X 15 CM (1 X 6 ") PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	813,24	813,24	813,24	1,34%	65,81%	A

21	14,00	14,00	14,00	Tubo concreto DN 400mm	7745	TUBO CONCRETO ARMADO, CLASSE PA-1, PB, DN 400 MM, PARA AGUAS PLUVIAIS (NBR 8890)	M	761,32	761,32	761,32	1,26%	67,07%	A
22	35,80	40,00	33,23	Rufo capa 25cm	1115	RUFO EXTERNO DE CHAPA DE ACO GALVANIZADA NUM 26, CORTE 28 CM	M	728,53	814,00	676,23	1,20%	68,27%	A
23	500,00	463,54	579,97	Argamassa multiuso 3 em 1 ACII 20KG	37595	ARGAMASSA COLANTE TIPO ACIII	KG	670,00	621,14	777,16	1,11%	69,38%	A
24	126,00	85,00	123,50	CABO AUTOFLEXIVEL 750V 10MM	980	CABO DE COBRE, FLEXIVEL, CLASSE 4 OU 5, ISOLACAO EM PVC/A, ANTICHAMA BWF-B, 1 CONDUTOR, 450/750 V, SECAO NOMINAL 10 MM2	M	652,68	440,30	639,73	1,08%	70,46%	A
25	29,20	0,00	34,09	Rufo externo 25cm	1113	RUFO EXTERNO/INTERNO DE CHAPA DE ACO GALVANIZADA NUM 26, CORTE 33 CM	M	651,74	0,00	760,89	1,08%	71,53%	A
26	34,90	45,00	33,23	Rodapé branco 10cm 2,85m	39829	RODAPE EM POLIESTIRENO, BRANCO, H = *5* CM, E = *1,5* CM	M	639,72	824,85	609,11	1,06%	72,59%	A
27	90,00	60,07	82,75	Tela Q61 15x15 2x3 m²	10917	TELA DE ACO SOLDADA NERVURADA CA-60, Q-61, (0,97 KG/M2), DIAMETRO DO FIO = 3,4 MM, LARGURA = 2,45 X 120 M DE COMPRIMENTO, ESPACAMENTO DA MALHA = 15 X 15 CM	M2	631,80	421,69	580,93	1,04%	73,64%	A
28	10,00	9,11	9,36	Laminado 7mm	4790	PLACA VINILICA	M2	602,00	548,42	563,47	0,99%	74,63%	A
29	20,10	18,00	20,51	Calha quadrada 50cm	40870	CALHA QUADRADA DE	M	599,18	536,58	611,40	0,99%	75,62%	A
30	240,00	500,00	234,70	Pedra grês		Cotação	UN	576,00	1.200,00	563,28	0,95%	76,57%	A
31	428,00	345,00	420,50	CABO AUTOFLEXIVEL 750V 2,5MM	1014	CABO DE COBRE, FLEXIVEL, CLASSE 4 OU 5, ISOLACAO EM PVC/A, ANTICHAMA BWF-B, 1 CONDUTOR, 450/750 V, SECAO NOMINAL 2,5 MM2	M	517,88	417,45	508,81	0,86%	77,43%	A
32	1,00	1,00	1,00	Chaminé tipo canhão		Cotação	UN	500,00	500,00	500,00	0,83%	78,26%	A
33	1,00	1,00	1,00	Misturador	38127	BASE DE MISTURADOR	UN	497,60	497,60	497,60	0,82%	79,08%	A
34	10,00	6,01	5,26	Lastro de Brita n1	4721	PEDRA BRITADA N. 1 (9,5 a	M3	445,10	267,37	234,12	0,74%	79,81%	A
35	92,40	120,12	62,18	Ferro Ø5mm CA-60 12m	39	ACO CA-60, 5,0 MM, VERGALHAO	KG	439,82	571,77	295,98	0,73%	80,54%	A
36	1,00	1,00	1,00	Janela horizontal 180x40		Cotação	UN	390,00	390,00	390,00	0,64%	81,18%	A
37	150,00	150,00	150,00	Vara eucalipto 6m	2751	MADEIRA ROLICA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 6 M, D = 12 A 15 CM (PARA ESCORAMENTO)	M	369,00	369,00	369,00	0,61%	81,79%	A
38	72,00	72,00	71,30	Selador acrilico (170ml/m²)	6085	SELADOR ACRILICO PAREDES INTERNAS/EXTERNAS	L	360,00	360,00	356,50	0,59%	82,39%	A
39	1,00	1,00	1,00	Grade aluminio + ferro		Cotação	M2	350,00	350,00	350,00	0,58%	82,97%	A
40	135,00	135,00	135,00	Guia eucalipto 2,5 x15x5,4m	6194	TABUA DE MADEIRA NAO APARELHADA *2,5 X 15 CM (1 X 6 ") PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	338,85	338,85	338,85	0,56%	83,53%	A
41	135,00	135,00	135,00	Guia eucalipto 2,5x7x5,4m	6194	TABUA DE MADEIRA NAO APARELHADA *2,5 X 15 CM (1 X 6 ") PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	338,85	338,85	338,85	0,56%	84,09%	A
42	2,00	2,00	2,00	Reservatório polietileno 500L c/ tampa	34637	CAIXA D'AGUA EM POLIETILENO 500 LITROS, COM TAMPA	UN	335,30	335,30	335,30	0,55%	84,64%	A
43	4,00	4,00	4,00	DPS 45kA	39471	DISPOSITIVO DPS CLASSE II, 1 POLO, TENSÃO MÁXIMA DE 275 V, CORRENTE MÁXIMA DE *45* KA (TIPO AC)	UN	319,64	319,64	319,64	0,53%	85,17%	A
44	1,00	1,00	1,00	Poste concreto 6m		Cotação	UN	295,00	295,00	295,00	0,49%	85,66%	A
45	6,45	4,50	5,50	Revestimento 30x60	10515	REVESTIMENTO EM CERAMICA ESMALTADA EXTRA, PEI MAIOR OU IGUAL 4, FORMATO MAIOR A 2025 CM2	M2	283,67	197,91	241,89	0,47%	86,13%	A
46	120,00	120,00	120,00	Vara eucalipto 4m	2742	MADEIRA ROLICA SEM TRATAMENTO, EUCALIPTO OU EQUIVALENTE DA REGIAO, H = 3 M, D = 12 A 15 CM (PARA ESCORAMENTO)	M	278,40	278,40	278,40	0,46%	86,59%	A
47	1,00	1,00	1,00	Porta tauri pinhal 80	4964	PORTA DE MADEIRA, FOLHA MEDIA (NBR 15930) DE 80 X 210 CM, E = 35 MM, NUCLEO SARRAFADO, CAPA FRUSADA EM HDF, ACABAMENTO MELAMINICO EM PADRAO MADEIRA	UN	252,33	252,33	252,33	0,42%	87,00%	A
48	1,00	1,00	1,00	Revestimento Lareira GRANITO		Cotação	UN	250,75	250,75	250,75	0,41%	87,42%	A

49	81,00	81,00	81,00	Barrote eucalipto 4x4 5,4	4513	CAIBRO DE MADEIRA NAO APARELHADA 5 X 5 CM (2 X 2 ") PINUS, MISTA OU EQUIVALENTE DA REGIAO	M	238,14	238,14	238,14	0,39%	87,81%	A
50	35,00	50,00	35,00	MODULO TOMADA 10A BRANCO	38101	TOMADA 2P+T 10A, 250V (APENAS MODULO)	UN	233,80	334,00	233,80	0,39%	88,20%	A
51	1,00	1,00	1,00	Janela maxim ar fecho punho vido mini boreal 55x60	Cotação		UN	231,65	231,65	231,65	0,38%	88,58%	A
52	48,40	52,32	48,00	Ferro Ø4.2mm CA-60 12m	36	ACO CA-60, 4,2 MM, VERGALHAO	KG	230,38	249,04	228,48	0,38%	88,96%	A
53	93,00	60,00	88,50	Cano Soldavel 25mm	9868	TUBO PVC, SOLDABEL, DN 25 MM, AGUA FRIA (NBR-5648)	M	223,20	144,00	212,40	0,37%	89,33%	A
54	1,00	1,00	1,00	Porta tauri pinhal 70	4962	PORTA DE MADEIRA, FOLHA MEDIA (NBR 15930) DE 70 X 210 CM, E = 35 MM, NUCLEO SARRAFEADO, CAPA FRISADA EM HDF, ACABAMENTO MELAMINICO EM PADRAO MADEIRA	UN	207,80	207,80	207,80	0,34%	89,67%	A
55	80,00	80,00	65,00	PLAQUETA REFRACTARIA MACICA 22,9 X 11,4 X 2,5CM	34400	TIJOLO CERAMICO REFRACTARIO 2,5 X 11,4 X 22,9 CM	UN	200,80	200,80	163,15	0,33%	90,01%	A
56	10,00	10,00	10,00	Cumeeira fibrocimento 6mm	20236	CUMEEIRA ARTICULADA (PAR) PARA TELHA ONDULADA DE FIBROCIMENTO, E = 6 MM, ABA 350 MM, COMPRIMENTO 1100 MM (SEM AMIANTO)	UN	199,50	199,50	199,50	0,33%	90,34%	A
57	150,00	200,00	145,30	Eletroduto corrugado 3/4"	2689	ELETRODUTO PVC FLEXIVEL CORRUGADO, COR AMARELA, DE 20 MM	M	196,50	262,00	190,34	0,32%	90,66%	A
58	13,00	15,00	13,00	Ponto luz H8	Cotação		UN	185,90	214,50	185,90	0,31%	90,97%	A
59	5,00	5,00	5,00	REGISTRO GAVETA 1509 BASE 3/4	6016	REGISTRO GAVETA BRUTO EM LATAO FORJADO, BITOLA 3/4 " (REF 1509)	UN	178,10	178,10	178,10	0,29%	91,26%	A
60	16,00	16,00	16,00	Prego 17x27	5069	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA 17 X 27 (2 1/2 X 11)	KG	175,36	175,36	175,36	0,29%	91,55%	A
61	30,00	24,30	28,70	Cano PPR 25mm	36278	TUBO PPR PN 20, DN 25 MM, PARA AGUA QUENTE PREDIAL	M	174,90	141,67	167,32	0,29%	91,84%	A
62	21,60	15,00	18,60	Igol 2 BD 18L (400ml/m²)	7319	TINTA ASFALTICA IMPERMEABILIZANTE DISPERSA EM AGUA, PARA MATERIAIS CIMENTICIOS	L	171,72	119,25	147,87	0,28%	92,12%	A
63	7,60	0,00	7,39	Rufo pingadeira 30cm	1113	RUFO EXTERNO/INTERNO DE CHAPA DE ACO GALVANIZADA NUM 26, CORTE 33 CM	M	169,63	0,00	164,94	0,28%	92,41%	A
64	17,50	15,00	17,00	Cano Esgoto 100mm	9836	TUBO PVC SERIE NORMAL, DN 100 MM, PARA ESGOTO PREDIAL (NBR 5688)	M	158,38	135,75	153,85	0,26%	92,67%	A
65	19,50	16,00	16,90	Cano esgoto 75mm	9837	TUBO PVC SERIE NORMAL, DN 75 MM, PARA ESGOTO PREDIAL (NBR 5688)	M	156,39	128,32	135,54	0,26%	92,93%	A
66	12,00	12,00	12,00	Perfil aluminio 3m 3x1, 5cm	Cotação		M	150,00	150,00	150,00	0,25%	93,17%	A
67	12,00	12,00	12,00	Arame recozido 16 ou 1.65mm	344	ARAME GALVANIZADO 16 BWG, 1.65MM (0.0166 KG/M)	KG	149,28	149,28	149,28	0,25%	93,42%	A
68	1,00	1,00	1,00	Caixa medidor fibra 50x50	1062	CAIXA INTERNA DE MEDICAO PARA 1 MEDIDOR TRIFASICO, COM VISOR, EM CHAPA DE ACO 18 USG (PADRAO DA CONCESSIONARIA LOCAL)	UN	148,00	148,00	148,00	0,24%	93,66%	A
69	13,00	13,00	13,00	Arame recozido 12 ou 2,77mm	342	ARAME GALVANIZADO 12 BWG, 2,76 MM (0.048 KG/M)	KG	146,12	146,12	146,12	0,24%	93,91%	A
70	18,00	18,00	18,00	Sika 1 BD 18L	7319	TINTA ASFALTICA IMPERMEABILIZANTE DISPERSA EM AGUA, PARA MATERIAIS CIMENTICIOS	L	143,10	143,10	143,10	0,24%	94,14%	A
71	1,00	1,00	1,00	Hidrometro unimag 3/4x3m s/conexoes	12769	HIDROMETRO UNIATO, VAZAO MAXIMA DE 1,5 M3/H, DE 1/2"	UN	121,62	121,62	121,62	0,20%	94,34%	A
72	83,00	70,00	78,90	Eletroduto corrugado 1"	2688	ELETRODUTO PVC FLEXIVEL CORRUGADO, COR AMARELA, DE 25 MM	M	117,86	99,40	112,04	0,19%	94,54%	A
73	152,00	140,00	149,30	CABO AUTOFLEXIVEL 750V 1,50MM AMARELO	1013	CABO DE COBRE, FLEXIVEL, CLASSE 4 OU 5, ISOLACAO EM PVC/A, ANTICHAMA BWF-B, 1 CONDUTOR, 450/750 V, SECAO NOMINAL 1,5 MM2	M	115,52	106,40	113,62	0,19%	94,73%	A
74	0,31	0,31	0,31	Granito pingadeira 1,8 x,17	Cotação		M2	108,50	108,50	108,50	0,18%	94,91%	A
75	5,00			REGISTRO ESFERA VS SOLD. 25MM	11674	REGISTRO DE ESFERA, PVC, COM VOLANTE, VS, SOLDABEL, DN 25 MM, COM CORPO DIVIDIDO	UN	105,65	0,00	0,00	0,17%	95,08%	B
76	20,58			Ferro Ø6.3mm CA-50 12m	32	ACO CA-50, 6,3 MM, VERGALHAO	KG	103,52	0,00	0,00	0,17%	95,25%	B

77	0,26		Granito Pingadeira 1,5 x0,17		Cotação	M2	91,00	0,00	0,00	0,15%	95,40%	B
78	0,26		Granito soleira 1,5x0,17		Cotação	M2	91,00	0,00	0,00	0,15%	95,56%	B
79	18,00		IMPERMEABILIZANTE TECPLUS TOP 18KG	123	ADITIVO IMPERMEABILIZANTE DE PEGA NORMAL PARA ARGAMASSAS E CONCRETOS SEM ARMACAO	L	89,46	0,00	0,00	0,15%	95,70%	B
80	1,00		VALVULA TRANSFERIDORA DE PR		Cotação	UN	80,80	0,00	0,00	0,13%	95,84%	B
81	0,23		Granito soleira 1,5x0,15		Cotação	M2	80,50	0,00	0,00	0,13%	95,97%	B
82	32,00		PLACA E BASTIDOR 2 X 4 QUADRADO 3 MODULOS	38094	ESPELHO / PLACA DE 3 POSTOS 4" X 2", PARA INSTALACAO DE TOMADAS E INTERRUPTORES	UN	79,68	0,00	0,00	0,13%	96,10%	B
83	6,00		Prego cabeça dupla 17x27	40304	PREGO DE ACO POLIDO COM CABECA DUPLA 17 X 27 (2 1/2 X 11)	KG	79,62	0,00	0,00	0,13%	96,23%	B
84	50,00		Cx luz PVC 2x4	1872	CAIXA DE PASSAGEM, EM PVC DE 4" X 2", PARA ELETRODUTO FLEXIVEL CORRUGADO	UN	79,00	0,00	0,00	0,13%	96,36%	B
85	12,00		MODULO INTER.	38112	INTERRUPTOR SIMPLES	UN	70,44	0,00	0,00	0,12%	96,48%	B
86	1,00		Veda calha aluminio	38123	SELANTE TIPO VEDA	KG	66,90	0,00	0,00	0,11%	96,59%	B
87	6,00		Prego 19x39	39027	PREGO DE ACO POLIDO	KG	64,44	0,00	0,00	0,11%	96,70%	B
88	4,00		Adesivo S500 colagem	6094	SELANTE A BASE DE	UN	64,24	0,00	0,00	0,11%	96,80%	B
89	1,00		Quadro sistema VDI	39801	QUADRO DE	UN	62,82	0,00	0,00	0,10%	96,91%	B
90	10,00		Manta reciclada 1,2m		Cotação	UN	58,00	0,00	0,00	0,10%	97,00%	B
91	75,00		Parafuso Telheiro 5/16	4299	PARAFUSO ZINCADO	UN	57,00	0,00	0,00	0,09%	97,10%	B
92	1,00		Quadro distribuição	39796	QUADRO DE	UN	55,73	0,00	0,00	0,09%	97,19%	B
93	17,00		Cano Esgoto 40mm	9835	TUBO PVC SERIE NORMAL	M	55,42	0,00	0,00	0,09%	97,28%	B
94	2,00		TORNEIRA BOIA	11830	TORNEIRA METALICA DE	UN	54,00	0,00	0,00	0,09%	97,37%	B
95	1,00		Kit cavalete corsan NII	3729	KIT CAVALETE PVC COM	UN	53,80	0,00	0,00	0,09%	97,46%	B
96	5,00		Prego 18x30	5075	PREGO DE ACO POLIDO	KG	53,75	0,00	0,00	0,09%	97,55%	B
97	17,00		CABO	982	CABO DE COBRE	M	51,51	0,00	0,00	0,09%	97,63%	B
98	0,14		Granito pingadeira 0,8		Cotação	M2	49,00	0,00	0,00	0,08%	97,71%	B
99	1,00		Disjuntor trifásico 40A	34709	DISJUNTOR TIPO DIN/IEC	UN	48,75	0,00	0,00	0,08%	97,79%	B
100	1,00		CAIXA DE		Cotação	UN	46,80	0,00	0,00	0,08%	97,87%	B
101	1,00		Haste Terra	11991	HASTE DE ATERRAMENTO	UN	43,71	0,00	0,00	0,07%	97,94%	B
102	10,00		LUVA ESGOTO	3899	LUVA SIMPLES PVC	UN	39,20	0,00	0,00	0,06%	98,01%	C
103	3,00		ADESIVO PVC	20080	ADESIVO PLASTICO PARA	UN	38,70	0,00	0,00	0,06%	98,07%	C
104	1,00		Perfil laminado 2,1m		Cotação	UN	38,00	0,00	0,00	0,06%	98,14%	C
105	1,00		JUNCAO SIMPLES ESG 100 X 100	20144	JUNCAO SIMPLES PVC SERIE B DN 100 X 100 MM	UN	36,29	0,00	0,00	0,06%	98,20%	C
106	5,00		ADAPTADOR	96	ADAPTADOR PVC	UN	36,00	0,00	0,00	0,06%	98,25%	C
107	76,00		JOELHO SOLDÁVEL	3529	JOELHO PVC, SOLDÁVEL	UN	35,72	0,00	0,00	0,06%	98,31%	C
108	0,09		Granito pingadeira 0,55		Cotação	M2	31,50	0,00	0,00	0,05%	98,37%	C
109	4,00		MODULO INTER	38113	INTERRUPTOR PARALELO	UN	30,56	0,00	0,00	0,05%	98,42%	C
110	4,00		DISJUNTOR MONOF	34653	DISJUNTOR TIPO DIN/IEC	UN	27,76	0,00	0,00	0,05%	98,46%	C
111	2,00		Cunha nivelador piso		Cotação	UN	27,00	0,00	0,00	0,04%	98,51%	C
112	3,00		Cano soldável 50mm	9875	TUBO PVC, SOLDÁVEL, DN	M	26,94	0,00	0,00	0,04%	98,55%	C
113	1,00		PARAFUSO		Cotação	UN	26,12	0,00	0,00	0,04%	98,59%	C
114	1,00		Tapa tudo branco		Cotação	UN	26,00	0,00	0,00	0,04%	98,64%	C
115	5,00		JOELHO ESGOTO	3520	JOELHO PVC, SOLDÁVEL	UN	25,70	0,00	0,00	0,04%	98,68%	C
116	5,00		JOELHO ESGOTO	3528	JOELHO PVC, SOLDÁVEL	UN	25,55	0,00	0,00	0,04%	98,72%	C
117	1,00		caixa sifonada	11712	CAIXA SIFONADA PVC, 150	UN	25,52	0,00	0,00	0,04%	98,76%	C
118	6,00		Luva eletroduto	2685	ELETRODUTO DE PVC	M	25,32	0,00	0,00	0,04%	98,81%	C
119	12,00		PLACA CEGA +	38091	ESPELHO / PLACA CEGA 4"	UN	24,84	0,00	0,00	0,04%	98,85%	C
120	15,00		JOELHO PPR F/F	36360	JOELHO PPR, 90 GRAUS	UN	24,00	0,00	0,00	0,04%	98,89%	C
121	2,00		CURVA ESGOTO	1951	CURVA PVC CURTA 90	UN	23,68	0,00	0,00	0,04%	98,93%	C
122	1,00		ASSENTO PP SOFT	377	ASSENTO SANITARIO DE	UN	21,90	0,00	0,00	0,04%	98,96%	C
123	2,00		Prego telheiro 18x30	5075	PREGO DE ACO POLIDO	KG	21,50	0,00	0,00	0,04%	99,00%	C
124	1,00		Registro esférico rosca	6032	REGISTRO DE ESFERA	UN	20,84	0,00	0,00	0,03%	99,03%	C
125	15,00		Cimento cola externo	37595	ARGAMASSA COLANTE	KG	20,10	0,00	0,00	0,03%	99,07%	C
126	6,00		Cx luz PVC 4x4	1873	CAIXA DE PASSAGEM, EM	UN	18,84	0,00	0,00	0,03%	99,10%	C
127	4,00		JOELHO ESGOTO	3519	JOELHO PVC, SOLDÁVEL	UN	18,36	0,00	0,00	0,03%	99,13%	C
128	1,00		ENGATE CROMADO		Cotação	UN	17,44	0,00	0,00	0,03%	99,16%	C
129	15,00		JOELHO ESGOTO	37949	JOELHO PVC, SOLDÁVEL	UN	17,40	0,00	0,00	0,03%	99,18%	C
130	5,00		LUVA ESGOTO	3898	LUVA SIMPLES PVC	UN	16,90	0,00	0,00	0,03%	99,21%	C
131	6,00		Rejunte marfim kg	34357	REJUNTE COLORIDO	KG	16,80	0,00	0,00	0,03%	99,24%	C
132	3,00		Cano esgoto 50mm	9838	TUBO PVC SERIE NORMAL	M	16,65	0,00	0,00	0,03%	99,27%	C
133	2,00		Cano soldável 40mm	9874	TUBO PVC, SOLDÁVEL, DN	M	15,68	0,00	0,00	0,03%	99,29%	C
134	1,00		PROLONGADOR		Cotação	UN	15,60	0,00	0,00	0,03%	99,32%	C
135	1,00		ADAPTADOR C/FLANGE C/ANEL 50MM X 1 1/2	99	ADAPTADOR PVC SOLDÁVEL, COM FLANGE E ANEL DE VEDACAO, 50 MM X 1 1/2", PARA CAIXA D'AGUA	UN	15,29	0,00	0,00	0,03%	99,34%	C
136	3,00		PLACA E BASTIDOR 4 X 4 QUADRADO BRANCO	38097	ESPELHO / PLACA DE 4 POSTOS 4" X 4", PARA INSTALACAO DE TOMADAS E INTERRUPTORES	UN	15,15	0,00	0,00	0,03%	99,37%	C
137	2,00		DISJUNTOR MONOF. B 10A - 3000A - SCHNEIDER	34653	DISJUNTOR TIPO DIN/IEC, MONOPOLAR DE 6 ATE 32A	UN	13,88	0,00	0,00	0,02%	99,39%	C
138	2,00		FITA ISOLANTE 20MT	20111	FITA ISOLANTE ADESIVA ANTICHAMA, USO ATE 750 V, EM ROLO DE 19 MM X 20 M	UN	13,50	0,00	0,00	0,02%	99,42%	C
139	1,00		AS 11		Cotação	UN	13,00	0,00	0,00	0,02%	99,44%	C

140	8,00		JOELHO PPR F/F 25MM X 45	36360	JOELHO PPR, 90 GRAUS, SOLDÁVEL, DN 25 MM, PARA AGUA QUENTE PREDIAL	UN	12,80	0,00	0,00	0,02%	99,46%	C
141	1,00		ADAPTADOR C/FLANGE C/ANEL 40MM X 1 1/4	98	ADAPTADOR PVC SOLDÁVEL, COM FLANGE E ANEL DE VEDACAO, 40 MM X 1 1/4", PARA CAIXA D'AGUA	UN	12,61	0,00	0,00	0,02%	99,48%	C
142	1,00		Registro pressão soldável 25	11719	REGISTRO DE PRESSAO PVC, SOLDÁVEL, VOLANTE SIMPLES, DE 25 MM	UN	12,45	0,00	0,00	0,02%	99,50%	C
143	1,00		Caixa inspeção aterramento PVC preta	34643	CAIXA INSPECAO EM POLIETILENO PARA ATERRAMENTO E PARA RAIOS DIAMETRO = 300 MM	UN	11,66	0,00	0,00	0,02%	99,52%	C
144	3,00		JOELHO SOLDÁVEL 50MM X 90 -	3540	JOELHO PVC, SOLDÁVEL, 90 GRAUS, 50 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	10,86	0,00	0,00	0,02%	99,54%	C
145	23,00		JOELHO SOLDÁVEL 25MM X 45	3529	JOELHO PVC, SOLDÁVEL, 90 GRAUS, 25 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	10,81	0,00	0,00	0,02%	99,55%	C
146	8,00		JOELHO ESGOTO 40MM X 45	37951	JOELHO PVC, SOLDÁVEL, PB, 45 GRAUS, DN 40 MM, PARA ESGOTO PREDIAL	UN	10,56	0,00	0,00	0,02%	99,57%	C
147	8,00		LUVA PPR 25MM	36324	LUVA PPR, SOLDÁVEL, DN 25 MM, PARA AGUA QUENTE PREDIAL	UN	10,56	0,00	0,00	0,02%	99,59%	C
148	1,00		TEE ESGOTO RED. 100MM X 50MM	3639	JUNCAO SIMPLES, PVC, DN 100 X 50 MM, SERIE NORMAL PARA ESGOTO PREDIAL	UN	10,06	0,00	0,00	0,02%	99,61%	C
149	1,00		CAP ESGOTO 100MM	20088	CAP PVC, SERIE R, DN 100 MM, PARA ESGOTO PREDIAL	UN	9,56	0,00	0,00	0,02%	99,62%	C
150	1,00		Massa corrida		Cotação	UN	8,93	0,00	0,00	0,01%	99,64%	C
151	2,00		PLACA CEGA + BASTIDOR 4 X 4 QUADRADO BRANCO	38095	ESPELHO / PLACA CEGA 4" X 4", PARA INSTALACAO DE TOMADAS E INTERRUPTORES	UN	8,76	0,00	0,00	0,01%	99,65%	C
152	3,00		Caixa ferro 100x100	2557	CAIXA DE LUZ "4 X 4" EM ACO ESMALTADA	UN	8,58	0,00	0,00	0,01%	99,67%	C
153	1,00		Tomada dupla 20A sobrepor	38102	TOMADA 2P+T 20A, 250V (APENAS MODULO)	UN	8,54	0,00	0,00	0,01%	99,68%	C
154	4,00		Cinta para poste perfurada		Cotação	UN	8,44	0,00	0,00	0,01%	99,69%	C
155	2,00		Tubo eletroduto rosqueável 1" 3m	2685	ELETRODUTO DE PVC RIGIDO ROSCAVEL DE 1", SEM LUVA	M	8,44	0,00	0,00	0,01%	99,71%	C
156	5,00		Lixa G100	38383	LIXA D'AGUA EM FOLHA, GRAO 100	UN	7,70	0,00	0,00	0,01%	99,72%	C
157	5,00		JOELHO BUCHA LATAO AZUL 25MM X 1/2	3531	JOELHO PVC, SOLDÁVEL, COM ROSCA, 90 GRAUS, 25 MM X 1/2", PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	7,25	0,00	0,00	0,01%	99,73%	C
158	2,00		JOELHO SOLDÁVEL 50MM X 45 - 11645 AMANCO	3540	JOELHO PVC, SOLDÁVEL, 90 GRAUS, 50 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	7,24	0,00	0,00	0,01%	99,74%	C
159	1,00		TEE BUCHA LATAO AZUL 25MM X 3/4		Cotação	UN	7,12	0,00	0,00	0,01%	99,76%	C
160	1,00		DISJUNTOR MONOF. B 32A - 3000A - SCHNEIDER	34653	DISJUNTOR TIPO DIN/IEC, MONOPOLAR DE 6 ATE 32A	UN	6,94	0,00	0,00	0,01%	99,77%	C
161	1,00		TEE SOLDÁVEL RED. 50MM X 25MM	7142	TE SOLDÁVEL, PVC, 90 GRAUS 50 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	UN	6,53	0,00	0,00	0,01%	99,78%	C
162	3,00		JOELHO BUCHA LATAO AZUL 25MM X 3/4	3522	JOELHO PVC, SOLDÁVEL, COM ROSCA, 90 GRAUS, 25 MM X 3/4", PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	6,45	0,00	0,00	0,01%	99,79%	C
163	1,00		PROLONGADOR P/CAIXA SIF. 150 X 200		Cotação	UN	6,43	0,00	0,00	0,01%	99,80%	C
164	2,00		Lixa G150	3768	LIXA EM FOLHA PARA FERRO, NUMERO 150	UN	6,20	0,00	0,00	0,01%	99,81%	C
165	1,00		Parafuso 12x250	432	PARAFUSO M16 EM ACO GALVANIZADO, COMPRIMENTO = 250 MM, DIAMETRO = 16 MM, ROSCA MAQUINA, CABECA QUADRADA	UN	5,87	0,00	0,00	0,01%	99,82%	C
166	2,00		Torneira jardim 1/2 3/4		Cotação	UN	5,70	0,00	0,00	0,01%	99,83%	C
167	2,00		Curva 90 eletroduto 1"	1884	CURVA 90 GRAUS, LONGA, DE PVC RIGIDO ROSCAVEL, DE 1", PARA ELETRODUTO	UN	5,56	0,00	0,00	0,01%	99,84%	C
168	1,00		JUNCAO SIMPLES ESG. 40 X 40	3662	JUNCAO SIMPLES, PVC, DN 50 X 50 MM, SERIE NORMAL PARA ESGOTO PREDIAL	UN	5,47	0,00	0,00	0,01%	99,85%	C
169	2,00		BUCHA RED. SOLDÁVEL LONGA 50 X 25	813	BUCHA DE REDUCAO DE PVC, SOLDÁVEL, LONGA, COM 50 X 25 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	5,38	0,00	0,00	0,01%	99,86%	C

170	3,00		LUA ESGOTO 50MM	3875	LUA SIMPLES, PVC, SOLDÁVEL, DN 50 MM, SERIE NORMAL, PARA ESGOTO PREDIAL	UN	5,34	0,00	0,00	0,01%	99,86%	C
171	10,00		Luva soldável 25mm	3904	LUVA PVC SOLDÁVEL, 25 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	5,00	0,00	0,00	0,01%	99,87%	C
172	2,00		BUCHA RED SOLDÁVEL LONGA 40 X 25	834	BUCHA DE REDUÇÃO DE PVC, SOLDÁVEL, LONGA, COM 40 X 25 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	4,92	0,00	0,00	0,01%	99,88%	C
173	3,00		JOELHO PPR MISTO F/F 90 25MM X 1/2	36360	JOELHO PPR, 90 GRAUS, SOLDÁVEL, DN 25 MM, PARA AGUA QUENTE PREDIAL	UN	4,80	0,00	0,00	0,01%	99,89%	C
174	1,00		União soldável 25mm		Cotação	UN	4,50	0,00	0,00	0,01%	99,90%	C
175	1,00		Curva 180 eletroduto 1"	39276	CURVA 180 GRAUS, DE PVC RIGIDO ROSCAVEL, DE 1", PARA ELETRODUTO	UN	4,11	0,00	0,00	0,01%	99,90%	C
176	7,00		ADAPTADOR SOLDÁVEL 25MM X 3/4		Cotação	UN	4,06	0,00	0,00	0,01%	99,91%	C
177	2,00		JOELHO ESGOTO 50MM X 45	3518	JOELHO PVC, SOLDÁVEL, PB, 45 GRAUS, DN 50 MM, PARA ESGOTO PREDIAL	UN	3,88	0,00	0,00	0,01%	99,92%	C
178	1,00		LUVA BUCHA LATAO AZUL 25MM X 1/2		Cotação	UN	3,66	0,00	0,00	0,01%	99,92%	C
179	4,00		Lona preta 4m	3777	LONA PLASTICA PRETA, E= 150 MICRA	M2	3,60	0,00	0,00	0,01%	99,93%	C
180	10,00		PLUG ROSQ BRANCO 1/2		Cotação	UN	3,60	0,00	0,00	0,01%	99,93%	C
181	4,00		TEE SOLDÁVEL 25MM	7139	TE SOLDÁVEL, PVC, 90 GRAUS, 25 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	UN	3,20	0,00	0,00	0,01%	99,94%	C
182	2,00		JOELHO ESGOTO 50MM X 90	3526	JOELHO PVC, SOLDÁVEL, PB, 90 GRAUS, DN 50 MM, PARA ESGOTO PREDIAL	UN	3,10	0,00	0,00	0,01%	99,94%	C
183	1,00		Tee rosqueável 3/4		Cotação	UN	2,70	0,00	0,00	0,00%	99,95%	C
184	3,00		Armela aluminio 1"		Cotação	UN	2,55	0,00	0,00	0,00%	99,95%	C
185	1,00		Fita veda rosca 18mm 10m	3146	FITA VEDA ROSCA EM ROLOS DE 18 MM X 10 M (L X C)	UN	2,52	0,00	0,00	0,00%	99,96%	C
186	1,00		Rejunte branco 3kg	34356	REJUNTE BRANCO, CIMENTICIO	KG	2,52	0,00	0,00	0,00%	99,96%	C
187	3,00		Bucha aluminio 1"	39176	BUCHA EM ALUMINIO, COM ROSCA, DE 1", PARA ELETRODUTO	UN	2,34	0,00	0,00	0,00%	99,97%	C
188	3,00		Presilha cinta de aço		Cotação	UN	2,25	0,00	0,00	0,00%	99,97%	C
189	2,00		Argamassa ACI	34353	ARGAMASSA COLANTE AC-II	KG	1,76	0,00	0,00	0,00%	99,97%	C
190	1,00		ANEL DE VEDAÇÃO	6138	VEDACAO PVC, 100 MM, PARA SAIDA VASO SANITARIO	UN	1,73	0,00	0,00	0,00%	99,97%	C
191	2,00		Cap soldável 25mm	1185	CAP PVC, SOLDÁVEL, 25 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL	UN	1,60	0,00	0,00	0,00%	99,98%	C
192	1,00		LIXA FERRO 100	38383	LIXA D'AGUA EM FOLHA, GRAO 100	UN	1,54	0,00	0,00	0,00%	99,98%	C
193	1,00		Luva branca 3/4 rosca externa		Cotação	UN	1,50	0,00	0,00	0,00%	99,98%	C
194	2,00		Armela 1/2		Cotação	UN	1,50	0,00	0,00	0,00%	99,98%	C
195	5,00		Parafuso 1/4x1"		Cotação	UN	1,50	0,00	0,00	0,00%	99,99%	C
196	1,00		Trilho DIM 40cm		Cotação	UN	1,50	0,00	0,00	0,00%	99,99%	C
197	2,00		Bucha aluminio 3/4"	39175	BUCHA EM ALUMINIO, COM ROSCA, DE 3/4", PARA ELETRODUTO	UN	1,46	0,00	0,00	0,00%	99,99%	C
198	1,00		BUCHA RED ESGOTO EXC. 50 X 40	20086	BUCHA DE REDUÇÃO DE PVC, SOLDÁVEL, LONGA, 50 X 40 MM, PARA ESGOTO PREDIAL	UN	1,43	0,00	0,00	0,00%	99,99%	C
199	2,00		Armela aluminio 3/4"		Cotação	UN	1,00	0,00	0,00	0,00%	100,00%	C
200	1,00		TEE PPR liso 25mm	7139	TE SOLDÁVEL, PVC, 90 GRAUS, 25 MM, PARA AGUA FRIA PREDIAL (NBR 5648)	UN	0,80	0,00	0,00	0,00%	100,00%	C
201	5,00		porca 1/4	39997	PORCA ZINCADA, SEXTAVADA, DIAMETRO 1/4"	UN	0,70	0,00	0,00	0,00%	100,00%	C
202	1,00		PLUG ROSQ BRANCO 3/4		Cotação	UN	0,51	0,00	0,00	0,00%	100,00%	C
203	1,00		Porca 1/2	4339	PORCA ZINCADA, SEXTAVADA, DIAMETRO 1/2"	UN	0,25	0,00	0,00	0,00%	100,00%	C



UNIVATES

R. Avelino Talini, 171 | Bairro Universitário | Lajeado | RS | Brasil
CEP 95914.014 | Cx. Postal 155 | Fone: (51) 3714.7000
www.univates.br | 0800 7 07 08 09